



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS



TESIS

**RED FTTH PARA IMPLEMENTAR BANDA ANCHA EN EL
DISTRITO DE POMALCA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO.**

AUTORES

Bach. Winkel Melanio Pérez Segura.

Bach. Fernando Danaver Frías Cabrejos.

Asesor

Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano.

LAMBAYEQUE, PERÚ

2020

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



RED FTTH PARA IMPLEMENTAR BANDA ANCHA EN EL
DISTRITO DE POMALCA

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO.

Bach. Winkel Melanio Pérez Segura.
Bach. Fernando Danaver Frías Cabrejos.

Asesor

Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano.

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

TESIS

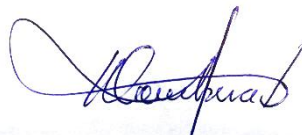
**RED FTTH PARA IMPLEMENTAR BANDA ANCHA EN EL
DISTRITO DE POMALCA**

Como requisito para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

Aceptada por la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



Ing. Manuel Javier Ramírez Castro
PRESIDENTE



Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio
SECRETARIO



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
VOCAL

LAMBAYEQUE, PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

TESIS

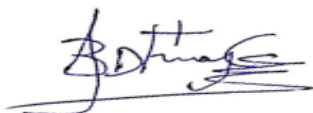
**RED FTTH PARA IMPLEMENTAR BANDA ANCHA EN EL
DISTRITO DE POMALCA**

Como requisito para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

Sustentada por:



Bach. Winkel Melanio Pérez Segura.
TESISTA



Bach. Fernando Danaver Frías Cabrejos.
TESISTA

Asesorado por:



Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano.
ASESOR

LAMBAYEQUE, PERÚ

2020

Agradecimiento

A la Escuela Profesional De Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por habernos brindado la formación académica en sus aulas y laboratorios, a todos los profesores por habernos guiado durante nuestra etapa universitaria, a nuestro asesor el Ingeniero Segundo Francisco Segura Altamirano por habernos apoyado en toda esta etapa de formación y tenernos paciencia para desarrollar esta tesis que con gran esfuerzo y dedicación lo hemos logrado, a nuestros compañeros que hemos compartido la formación académica.

¡¡¡Gracias por el apoyo!!!

Bach. Winkel Melanio Pérez Segura.

Bachiller Ingeniería Electrónica

Bach. Fernando Danaver Frías Cabrejos.

Bachiller Ingeniería Electrónica

Lambayeque 2020

Dedicatoria

Agradecer a Dios por guiarme en todo este camino, a mis padres y hermanos por ser la mayor fuente de inspiración y motivación, por su comprensión y apoyo para concluir satisfactoriamente mis estudios académicos universitarios, a mis familiares y amigos, por brindarme su apoyo incondicional para lograr este objetivo. ¡¡¡Esto es para ustedes!!!

Bach. Winkel Melanio Pérez Segura.

A mis padres, hermanos, tíos, por haberme apoyado durante todo este tiempo, este logro se los debo a ustedes muchas gracias por motivarme a alcanzar mis metas.

Bach. Fernando Danaver Frías Cabrejos.

Resumen

En este proyecto de tesis se buscó mejorar el acceso a los servicios de Banda Ancha en los pobladores del distrito de Pomalca, se planteó el uso de una red FTTH para garantizar la capacidad de carga y descarga para los usuarios. Se realizó encuestas en los sectores del Centro de Pomalca y Sector La Unión que permitió conocer la capacidad adquisitiva y los planes de servicios que mejor se adapten a los pobladores por ubicación geográfica. En el Centro de Pomalca el 48 % de usuarios está dispuesto pagar entre S/. 60-80 por velocidades de transmisión de 120-140 Mbps y en La Unión el 33 % entre S/. 40-60 soles por velocidades de 70-120 Mbps. Se utilizó la base teórica sobre redes ópticas, tecnología XGPON y sus clases para poder usar un rango dinámico que se ajuste a las rutas usadas en el diseño de los nodos de distribución en los que se usó el plano catastral del distrito de Pomalca y el software AutoCAD, poniendo como puntos de apoyo los postes de tendido eléctrico de la empresa ENSA. Finalmente, se simuló el desempeño de la red con software de hojas de cálculo para comprobar que se está cumpliendo con la demanda que necesitan los usuarios del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo. De esta manera se ha logrado el diseño de una red FTTH en el sector Centro de Pomalca con nodos de 256 hogares pasados y sector La Unión con nodos de 512 hogares pasados.

Abstract

This thesis project sought to improve access to broadband services for the inhabitants of the Pomalca district. The use of an FTTH network was proposed to guarantee upload and download capacity for users. Surveys were carried out in the Pomalca Centre and La Unión sectors to find out the purchasing power and service plans best suited to the inhabitants by geographical location. In the Pomalca Center 48 % of users are willing to pay between S/. 60-80 for transmission speeds of 120-140 Mbps and in La Union 33 % between S/. 40-60 soles for speeds of 70-120 Mbps. The theoretical base on optical networks, XGPON technology and its classes was used to be able to use a dynamic range that adjusts to the routes used in the design of the distribution nodes in which the cadastral plan of the district of Pomalca and the AutoCAD software were used, putting as support points the electrical laying posts of the ENSA company. Finally, the performance of the network was simulated with spreadsheet software to check that the demand required by users in the Pomalca district, in the province of Chiclayo, is being met. In this way, an FTTH network was designed in the Pomalca Centre sector with nodes for 256 households and La Unión sector with nodes for 512 households.

Índice

<i>Resumen</i>	V
<i>Abstract</i>	VII
1 Introducción	1
1.1 Planteamiento de la Investigación	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Hipótesis	2
1.4 Objetivos de la Investigación	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Antecedentes de la Investigación	3
1.5.1 Antecedentes Internacionales.	3
1.5.2 Antecedentes Nacionales.	5
1.5.3 Antecedentes Locales.	6
2 Métodos y Materiales	7
2.1 Materiales	7
2.2 Métodos	8
2.2.1 Marco Teórico	8
2.2.2 Variables de Interés	23
2.2.3 Estudio de Mercado	25

2.2.4	Diseño de la red FTTH	38
2.2.5	Materiales utilizados en el diseño de la red FTTH	48
3	Resultados	67
4	Conclusiones	69
5	Recomendaciones	71
	<i>Índice de Figuras</i>	73
	<i>Índice de Tablas</i>	77
	<i>Bibliografía</i>	79
	Glosario	83

1 Introducción

“La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas, y por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos”

ALBERT EINSTEIN.

1.1 Planteamiento de la Investigación

En el entorno actual del mundo, con la creación de nuevas aplicaciones y el incremento en los servicios de telecomunicaciones ha proporcionado la evolución y la demanda de tecnologías de información como es el caso de las redes FTTH.

Los usuarios de las redes FTTH en Europa ya cuentan con millones de usuarios y en España se dan avances en crecimiento tras sumar 1,6 millones de suscriptores en un año, y además cuenta con más de 35 millones de accesos. La situación en Asia es que es la líder en despliegues de fibra óptica, por ejemplo, el mercado de telecomunicaciones de Corea del Sur es uno de los más avanzados del mundo por la alta penetración banda ancha [Infobae, 2016], ya que a finales del 2015 era líder mundial en implantación de FTTH, con una ratio de 26 conexiones de 100 habitantes, otro ejemplo es Japón que cuenta con un 96,6 % de los hogares conectados vía FTTH y en el 2018 presentó la conexión web domestica de 2Gbps

[Nobbot, 2017]. La situación en Latinoamérica está en crecimiento tanto las regiones de El Caribe como América del Sur en sus ciudades importantes. Telefónica confirmó su intención de acelerar el despliegue de FTTH en distintos mercados de Latinoamérica, el director global de Sistemas y Redes de Telefonía, Enrique Blanco, en países como Argentina, Brasil, Colombia, Perú replicando el modelo de España.

Recientemente la empresa iWay ha ingresado al mercado limeño, ofreciendo servicios de internet de alta velocidad; el Gerente General Mario Navarro, explicó que: “Se está desplegando una red que cubrirá casas y edificios con una oferta de acceso que va desde los 10 hasta los 100 Mbps, aunque por ahora se está ofreciendo el servicio en los distritos de Magdalena del Mar y en las zonas de Cerros de Camacho, en Surco” [Peruano, 2018]. También hay otra operadora que ofrece servicios de FTTH llamada Win, y brinda servicios en algunas partes de Lima, que en la actualidad por 70 soles dan 30 Mbps.

Una de las ventajas de emplear redes FTTH para distritos como Pomalca es que como no tienen buen acceso a la calidad de servicios, los operadores principales no los tienen en cuenta como una oportunidad de mercado y los operadores locales que brindan servicio actualmente despliegan sus redes sin la apropiada asesoría y sin un buen soporte técnico. Por este motivo presentamos este planteamiento del diseño del servicio de una red FTTH mediante soluciones prácticas y efectivas que aumentará la calidad de la señal y permitirá acceder a servicios de triple play con altas velocidades de carga y descarga.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo el diseño de una red FTTH mejorará el acceso a los servicios de banda ancha en los pobladores del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo?

1.3 Hipótesis

Si diseñamos una Red FTTH con una capacidad máxima de 10 Gbps de bajada y 2.5 Gbps en la subida y que asegure calidad de señal, entonces se podrá mejorar el acceso a los servicios de banda ancha para el uso del acceso Triple Play, garantizando capacidad de

carga y descarga para el alcance de los usuarios, con mejoras de estos servicios de acuerdo con su capacidad económica en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una Red FTTH con una capacidad máxima de 10 Gbps de bajada y 2.5 Gbps en la subida y que asegure calidad de señal, para mejorar el acceso a los servicios de banda ancha para el uso del acceso Triple Play, garantizando capacidad de carga y descarga para el alcance de los usuarios, con mejoras de estos servicios de acuerdo con su capacidad económica en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la capacidad adquisitiva mediante el uso de instrumentos estadísticos para brindar los servicios propuestos a la población.
2. Diseñar la arquitectura de red adecuada FTTH para satisfacer la calidad de señal y servicio en función de la capacidad adquisitiva en el distrito de Pomalca.
3. Simular la arquitectura diseñada para verificar la calidad de señal y servicios de telecomunicaciones.

1.5 Antecedentes de la Investigación

Para desarrollar el presente proyecto de investigación se ha considerado diferentes estudios vinculados con FTTH.

1.5.1 Antecedentes Internacionales.

1. En “Diseño y Simulación de una Red GPON para Ofrecer el Servicio Triple Play en el sector de San Antonio de Ibarra Para la CNT-EP” [Rivera and Leandro, 2018] en la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica,

se presenta el trabajo de investigación con el objetivo general de diseñar y simular una red GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Networks), para brindar el servicio Triple Play en el sector de San Antonio de Ibarra para la CNT-EP, consta de 5 capítulos. El primer capítulo se describe los conceptos fundamentales sobre la fibra óptica. En el segundo capítulo se presenta la situación actual de la red del nodo San Antonio de Ibarra de la CNT-EP. En el tercer capítulo se realiza el diseño de la red de acceso GPON. El cuarto capítulo se comprueba el correcto funcionamiento de la red GPON utilizando el software Optisystem. Y por último el quinto capítulo se presenta las conclusiones derivadas de su trabajo y recomendaciones que servirán para nuevos diseños.

2. En “Diseño de una Red de Fibra Óptica de Banda Ancha para el Sector de mayor demanda de Ciudad Satélite caso TELECEL S.A.” [Guarachi G. and Yujra T., 2016] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, La Paz Bolivia, se presenta el trabajo que tiene el objetivo del desarrollo de este proyecto es del diseño de una red GPON de topología FTTH, estará enfocado en su desarrollo, estudio y diseño, donde existe una mayor demanda de Ciudad Satélite que se encuentra en el distrito 1 de El Alto. La zona cuenta con varias redes de distribución de servicios de diferentes operadores, y últimamente la red HFC de TIGO STAR no obstante estas redes en su mayoría de cobre tienen varios defectos en la instalación como en los servicios. Finalidad por la cual existe la necesidad de elaborar un diseño de red GPON de topología FTTH para servicio Triple Play sea eficiente a los respectivos problemas presentados anteriormente y que se utilicen equipos de alta calidad. El operador con el que se trabajará será TELECEL (TIGO STAR). Porque se reutilizará a los nodos de su red HFC del mismo sector de estudio, y un futuro migrar en su totalidad a una topología FTTH.
3. En “Diseño de una red de fibra óptica FTTH para un bloque de edificios”, [Fernández López, 2018] Universidad de Valladolid, Escuelas de Ingenierías Industriales Valladolid 2018, el presente proyecto trata sobre las redes FTTH (Fiber To The Home-fibra hasta el hogar) es una nueva tecnología de transporte de datos que

está trasladando la banda ancha a toda la población. Este proyecto comenzó con un pequeño preliminar, las razones que nos han llevado a tomar este tipo de tecnología para poder hacer un buen diseño de la red. A continuación, se realizó el diseño para los topos más comunes de despliegue llevados a cabo por una de las compañías de ese país. Y, por último, se diseñó la red de distribución y la red de alimentación en un caso particular: un grupo de edificios en el Municipio de Pontevedra.

1.5.2 Antecedentes Nacionales.

1. En “Análisis comparativo de los sistemas HFC y FTTH en base a sus capacidades de transmisión de datos en una red triple play, caso de estudio: Ciudad Trujillo” [Carranza and Yosmin, 2017] Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Trujillo, en este trabajo de investigación se muestra un estudio comparativo entre redes HFC y FTTH basado en servicios triple play en la ciudad de Trujillo, usando para el HFC una red DOCSIS 2.0 y para el FTTH una red GPON, quedando demostrados en las cuales las capacidades de FTTH superan las capacidades del servicio de sistema HFC.
2. En “Diseño de un sistema de telecomunicaciones basado en fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo” [Manuel and Flores, 2018] Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Escuela de Postgrado, Huaraz, la presente investigación trata sobre proponer el diseño de la infraestructura del sistema de telecomunicaciones basado en fibra óptica para la construcción de un anillo de banda ancha y con ello mejorar los servicios electrónicos en la Ciudad Universitaria de la UNASAM. Utilizando la estadística descriptiva-analítica en torno a encuestas, entrevistas, documentos como revistas, publicaciones, etc. Se concluye con el diagnóstico y requerimientos obtenidos por el punto de vista del Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico EGDI-ONU, obteniéndose un ancho de banda inicial de 844,56 Mbps y trazándose a cuatro años GPON 1087,46 Mbps, de modo que se presenta un diseño de red de fibra óptica de tipo monomodo G.256D de tecnología GPON con transporte DWDM, a través de una red de acceso que soporta el hardware y software de red adecuados.

3. En “Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa AMITEL S.A.C, Puno” [Burgos and Pio, 2017] Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas, Puno, en el presente trabajo de investigación consiste en el diseño de una red FTTH utilizando el estándar GPON, tomando en cuenta las recomendaciones de buenas prácticas transmitidas por la organización CUNCIL FTTH, seguidamente se diseña la red de acceso entre Jr. Sesquicentenario, AV. Simón Bolívar, Jr. Los Incas y Av. Costanera de la ciudad de Puno, que contemplan 1500 hogares pasados en aproximadamente veinte cuadras, el diseño presentado tiene la capacidad para transmitir servicios de telecomunicaciones como internet, telefonía, IpTV, OTT, VOD, servicios que la empresa AMITEL S.A.C. podrá ofrecer a los usuarios usando la red de acceso diseñada.

1.5.3 Antecedentes Locales.

1. En “Diseño de una red de transporte de fibra óptica y de acceso inalámbrico para mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y lograr la conectividad integral de la provincia de Bagua” [Elías and Laiphen, 2016] Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Lambayeque, en este trabajo de investigación se ha diseñado una red de transporte de fibra óptica aprovechando la Red dorsal nacional de fibra óptica con una red de acceso inalámbrico que ha conectado entre sí las localidades favorecidas, consiguiendo la conectividad total de los distritos de la provincia de Bagua, garantizando un ancho de banda apropiado que asegura la calidad de transmisión y de servicio a las necesidades estimadas de la población y de las instituciones públicas favorecidas proyectadas a 10 años.

2 Métodos y Materiales

"Lo importante en la ciencia no es tanto obtener nuevos datos, sino descubrir nuevas formas de pensar sobre ellos"

WILLIAM LAWRENCE BRAGG

2.1 Materiales

- Libros y enlaces de internet para el desarrollo del marco teórico.
- Catálogos de Furukawa y soluciones de Cisco para estudiar la calidad de servicio.
- Consulta a un especialista en la elaboración de las encuestas para el estudio de mercado (Ver Anexos).
- Encuestas para los pobladores del distrito de Pomalca para el estudio de mercado.
- Herramientas de diseño para elaborar la red FTTH utilizando la tecnología XG-PON clase E2.
- Plano catastral del distrito de Pomalca y el software AutoCAD para escoger la mejor ruta para ubicación de los nodos para la distribución a los usuarios.

- Para el diseño se utilizó los materiales de Furukawa y Huawei como OLT, ONT, fibra óptica, splitters, conectores, etc.
- Software de hojas de cálculo Excel para el resultado del estudio de mercado y para verificar el desempeño de la red.

2.2 Métodos

Para diseñar la red FTTH se utilizará la teoría haciendo énfasis en la velocidad de transmisión y calidad del servicio, examinando la carga y descarga haciendo un estudio de demanda asociado con su ubicación geográfica y su capacidad adquisitiva. Teniendo todo esto junto tenemos la propuesta de una red XG-PON teniendo que estudiar el desempeño de la red para garantizar la capacidad de carga y descarga en diferentes nodos analizando los resultados a través de hojas de cálculo y simulación hasta garantizar que los resultados sean óptimos.(Ver figura 2.1)

2.2.1 Marco Teórico

1. Fibra Óptica

La fibra óptica es el medio de transmisión más rápido empleado hasta el momento; son fibras de vidrio a través de los cuales se transmite la información en forma de luz.[Bacusoy et al., 2018] (Ver Figura 2.2).

En cuanto a los tipos de fibras ópticas, existen fundamentalmente dos:

- Fibras ópticas monomodo.

(Ver figura 2.3)

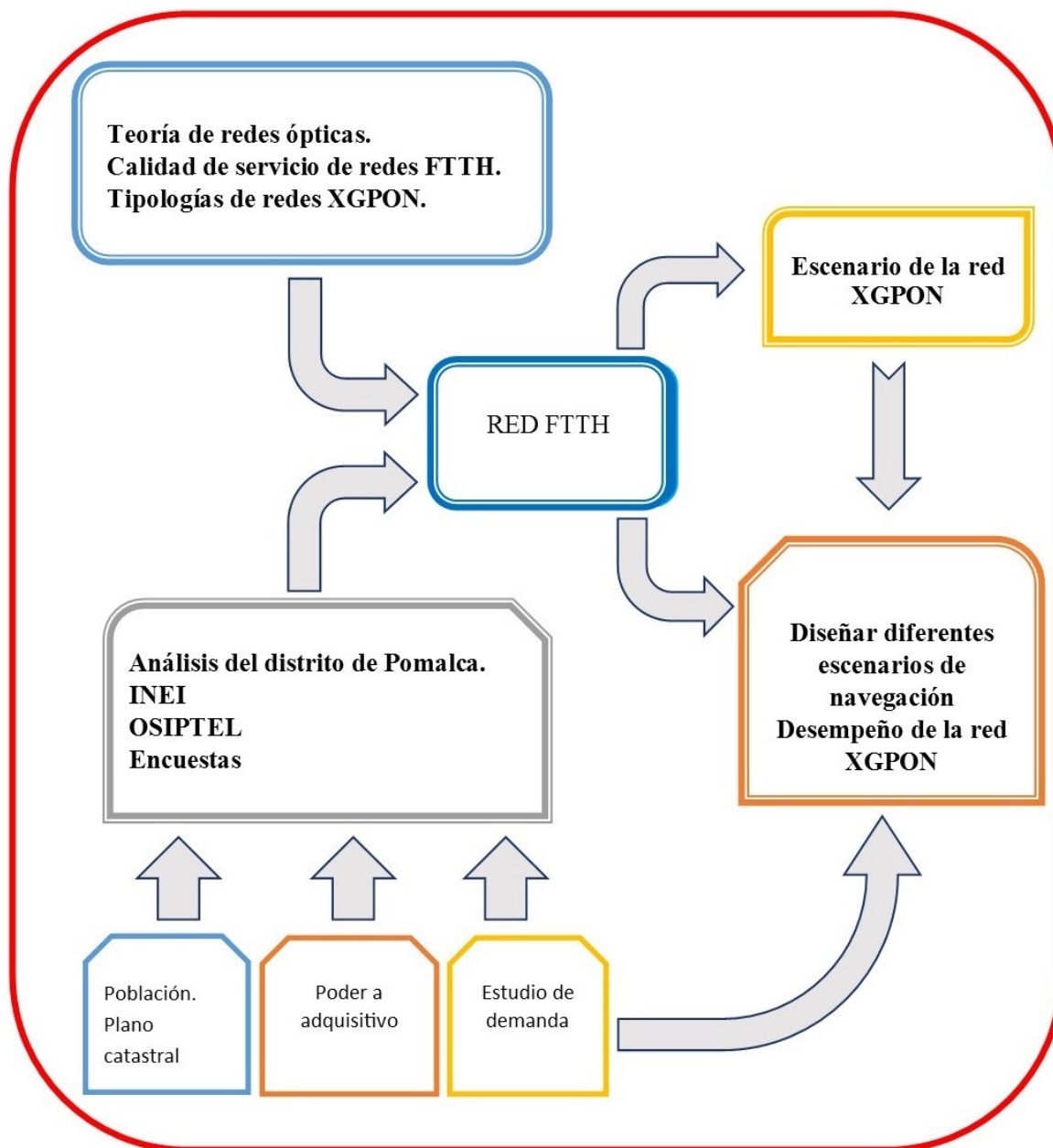
- Fibras ópticas multimodo.

(Ver figura 2.4)

Para que el rayo de luz se transmita en modo multimodo es necesario que el diámetro de la fibra óptica sea superior a la longitud de onda del rayo de luz. Éste, que entra por un extremo de la fibra con diferentes ángulos, se ve refractado innumerables veces en

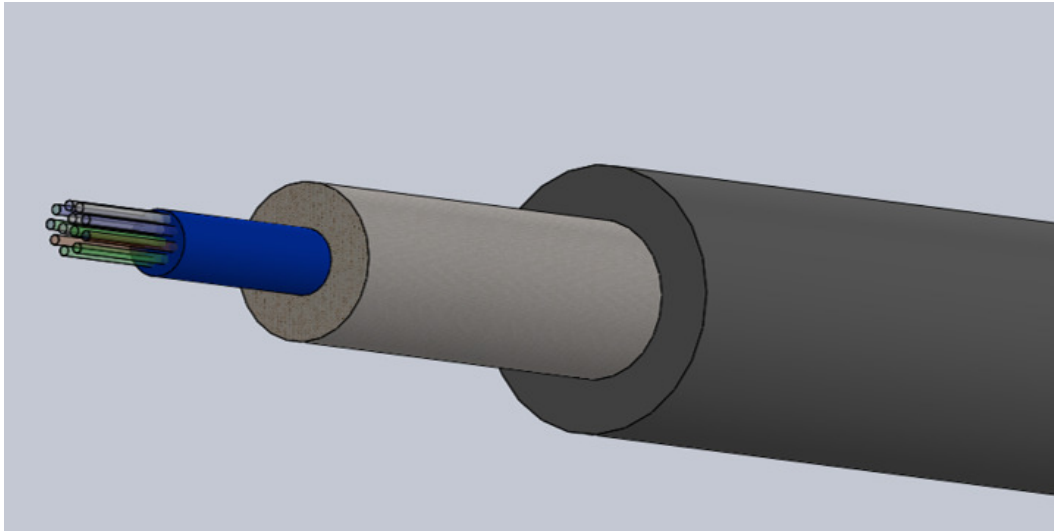
Figura 2.1

Diagrama de Flujo. Fuente [Los Tesistas]



su camino hacia el otro extremo, llegando por tanto con diferentes fases. Los distintos ángulos de entrada dan lugar a los diferentes modos y la fibra óptica que los soporta se denomina fibra óptica multimodo. Su diámetro de núcleo suele estar comprendido entre los 50 y 62.5 μm y el revestimiento en torno a los 125 μm . Son utilizadas para

Figura 2.2

Cable de Fibra Óptica. Fuente [Los Tesistas]

enlaces entre centrales urbanas o de corta distancia donde no se requiere excesiva capacidad ni el empleo de repetidores.

Si el diámetro del núcleo de la fibra óptica está comprendido entre 5 y 10 μm y el revestimiento en torno a los 125 μm , al ser el diámetro del núcleo similar a la longitud de onda del rayo de luz que se transmite, sólo un rayo o modo puede viajar a través de ella, denominándose en este caso fibra óptica monomodo. Estas fibras son empleadas normalmente en enlaces de larga distancia y/o elevada velocidad de flujo luminoso.[González, 2007]

Ventajas de la fibra óptica son:

- Gran ancho de banda.
- Descenso continuo de sus elementos y en especial de la fibra y de los láseres ópticos.
- Aumento de la distancia hasta 20 Km entre la central y los abonados.
- Inmunidad ante las interferencias electromagnéticas.
- Posibilidad de incorporar nuevos servicios de telecomunicación con calidad de servicio (QoS). [Chiquero, 2017]

Figura 2.3

Fibra Monomodo. Fuente [Antonio Cruces Rodríguez, 2016]

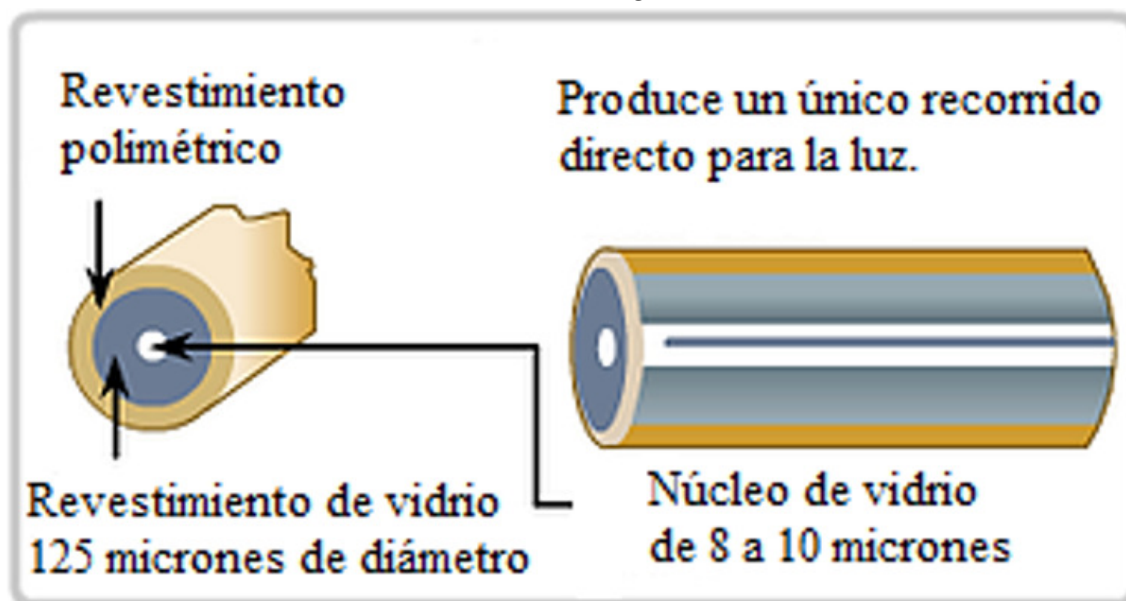
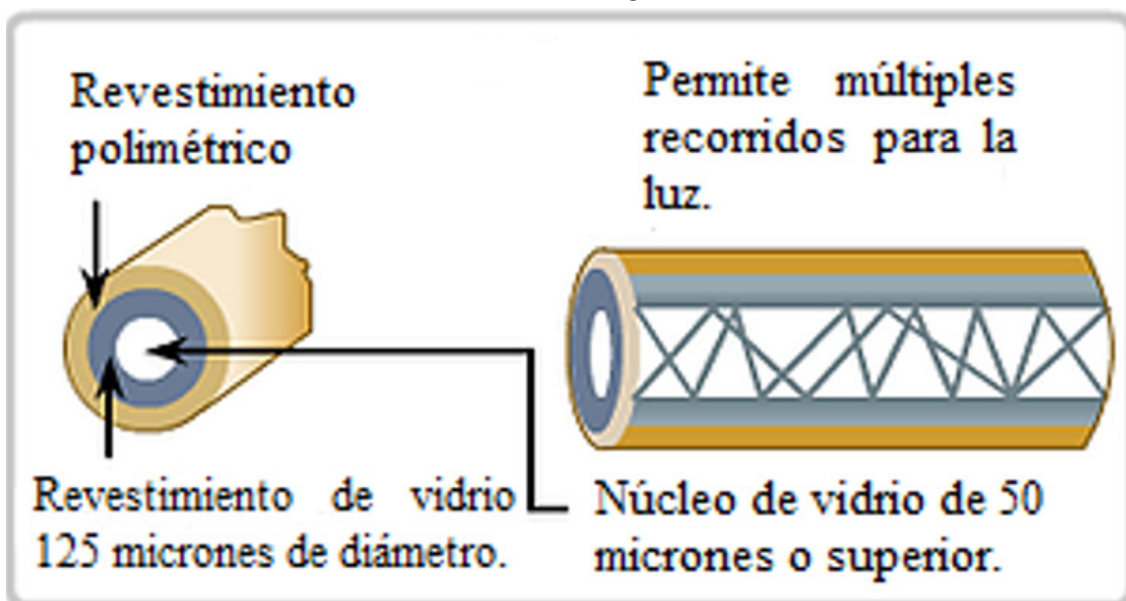


Figura 2.4

Fibra Multimodo. Fuente [Antonio Cruces Rodríguez, 2016]



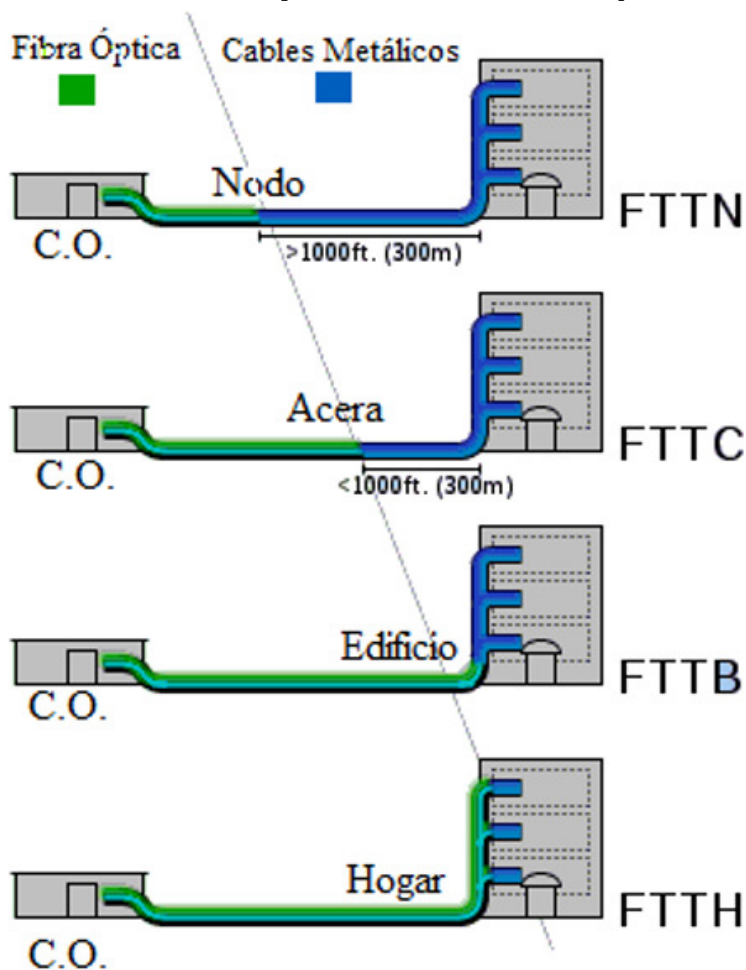
2. Tecnología FTTX

FTTx es el acrónimo de Fibre-To-The-X, siendo “X” una de las premisas entre el

núcleo de la red y el cliente final; donde “X” puede indicar diferentes designaciones. Los más importantes son: FTTH (home), FTTB (building), FTTC (Cabine) y FTTN (node). [Kazovsky et al., 2011] (Ver Figura 2.5)

Figura 2.5

Fiber to the X. Fuente [Oscar de la Cuesta, 2016]



3. FTTH (Fiber to the Home)

Las redes de acceso FTTH se dividen en dos tipos: Redes Punto a Punto (P2P) que son activas y Redes PON que son pasivas. La capacidad de transmisión ha mejorado con el tiempo debido a la aparición de nuevos estándares. Actualmente existen varias redes GPON desplegadas, y comercialmente ya aparecieron soluciones para las redes XG-PON (10-Gigabitcapable Passive Optical Network) [Moya, 2014]. Las redes

FTTH llevan la totalidad de fibra óptica hasta los usuarios finales (Hogares, Oficinas, etc.), las ventajas de utilizar fibra óptica son:

- Redes a prueba de futuro lista para la creciente demanda de banda ancha, soporta Triple Play (Datos, Voz, Vídeo).
- Utiliza equipos pasivos en todas las extensiones de planta externa de la red, sencillo de instalar y de mantenimiento asequible.
- Medio físico (Fibra óptica) inmune a interferencias externas.

[Furukawa Electric, 2020] (Ver figura 2.6)

4. Tecnología PON

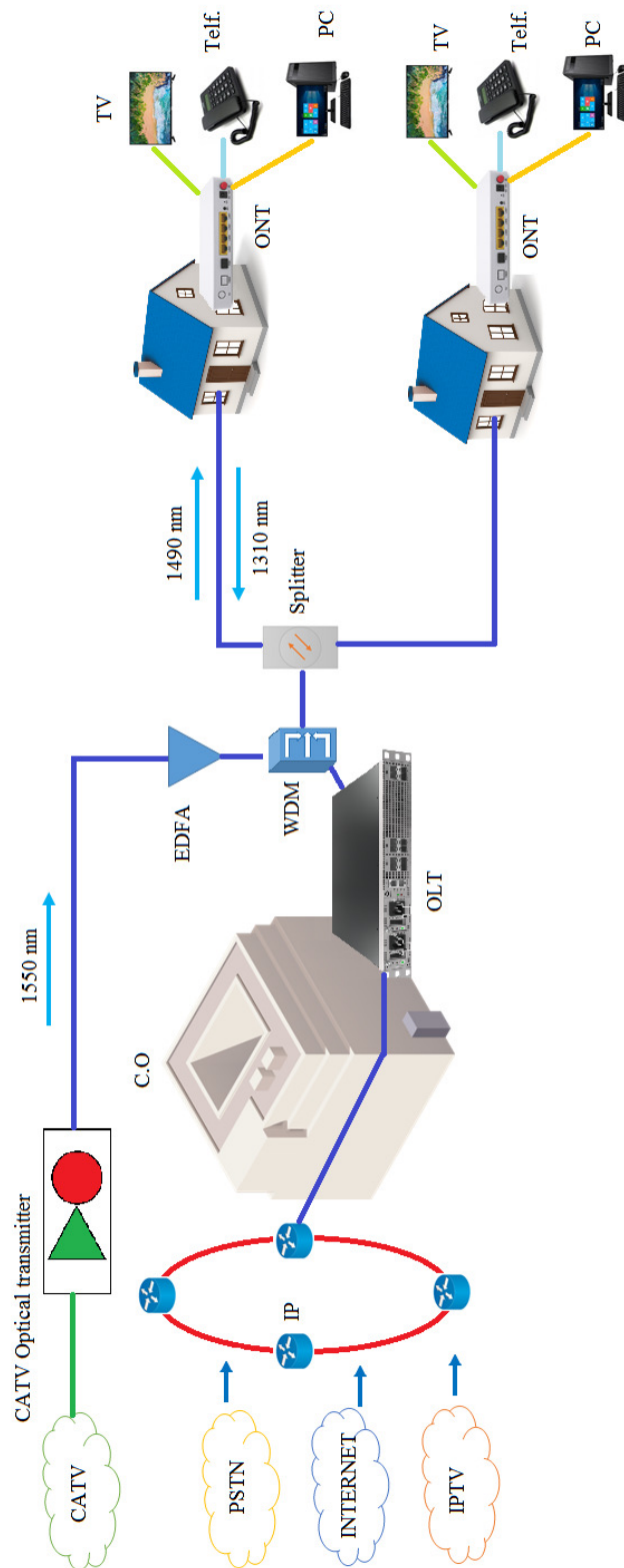
PON son las siglas de Passive Optical Network y representa una tecnología de red de acceso basado en una red óptica pasiva, es decir, no incluyendo elementos activos (amplificadores) en la red de distribución desde la central hasta el abonado. Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada en las redes FTTH. Su alta expansión se debe a las continuas demandas de ancho de banda y prestaciones que requiere los nuevos servicios de telecomunicaciones y en especial los servicios triple play. [Chiquero, 2017] PON emplea una arquitectura física punto a multipunto (P2MP), muestra la arquitectura de un estándar genérico comercial TDM-PON. En esta arquitectura, un terminal de línea óptica (OLT) está conectado y compartido por múltiples unidades de red óptica (ONU) a través de un divisor óptico pasivo. El tráfico descendente se envía desde las OLT utilizando una longitud de onda de 1490 nm, y el tráfico ascendente desde las ONU se transmite en una longitud de onda de 1310 nm. En algunas PON, la señal de vídeo analógica aún se transmite en la longitud de onda de 1550 nm, aunque la mayoría de la señal de vídeo analógica actual ha sido reemplazada por la señal de vídeo digital. [Kazovsky et al., 2011]

Una red PON la forma los siguientes elementos:

- Un módulo OLT (Optical Line Terminal) que es un dispositivo óptico ubicado en la central.
- Un divisor óptico denominado splitter.

Figura 2.6

Esquema de fiber to the home. Fuente (Los testistas)



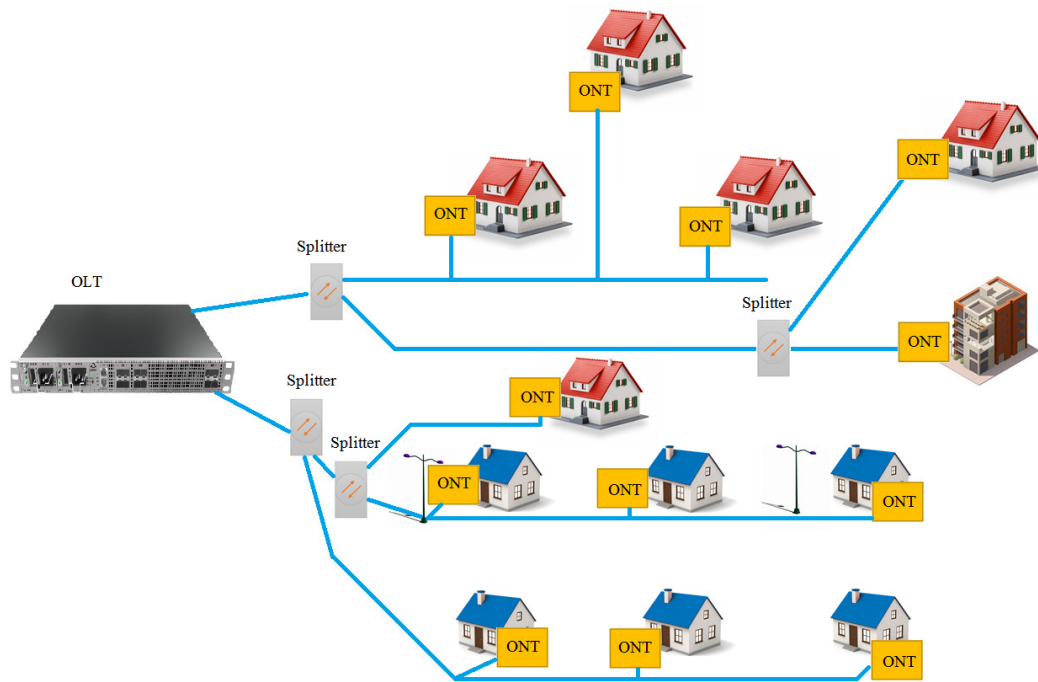
- Numerosos ONTs (Optical Network Terminal) que son dispositivos ópticos situados en el dominio del abonado.

Una red PON se comporta de dos maneras:

- Como red Punto-Multipunto en la dirección Central-Abonado, es decir, en la dirección OLT-ONT (canal descendente).
- Como red Punto-Punto en la dirección Abonado-Central, es decir, en la dirección ONT- OLT (canal ascendente).(Ver figura 2.7)

Figura 2.7

Esquema de una red PON. Fuente [Chiquero, 2017]



En ella se aprecia como el módulo OLT se conecta a un splitter (divisor óptico) que da acceso a las unidades ONT ubicados en cada abonado. Las redes PON emplean la multiplexación por longitud de onda (WDM) para los canales ascendente y descendente. Bajo esta tecnología y arquitectura PON se han definidos diversas variantes o estándares entre las que destacan las siguientes:[Chiquero, 2017]

OLT (OPTICAL LINE TERMINAL)

El OLT es un dispositivo óptico activo ubicado en la central del proveedor y que se conecta al splitter o divisor óptico mediante fibra. Su función principal es la de hacer de router para gestionar el tráfico demandado por los abonados. Es capaz de gestionar cientos de abonados, además de permitir la conectividad con otras redes externas.

En resumen, las funciones del OLT son:

- Gestionar y enrutar el tráfico de las ONTs.
- Conectar la red PON con otras redes.

El OLT actúa como concentrador de redes externas que ofrecen los servicios de voz, datos y vídeo. Es por ello que su cabecera permite la conectividad con:

- La red RTC para los servicios de voz telefónica básica.
- Proveedores ISP para los servicios de datos a través de un Gateway.
- Proveedores de Vídeo (VoD) a través de un Gateway.

El OLT como dispositivo hardware está formado por varios módulos:

-Módulo P-OLT (Provider OLT)

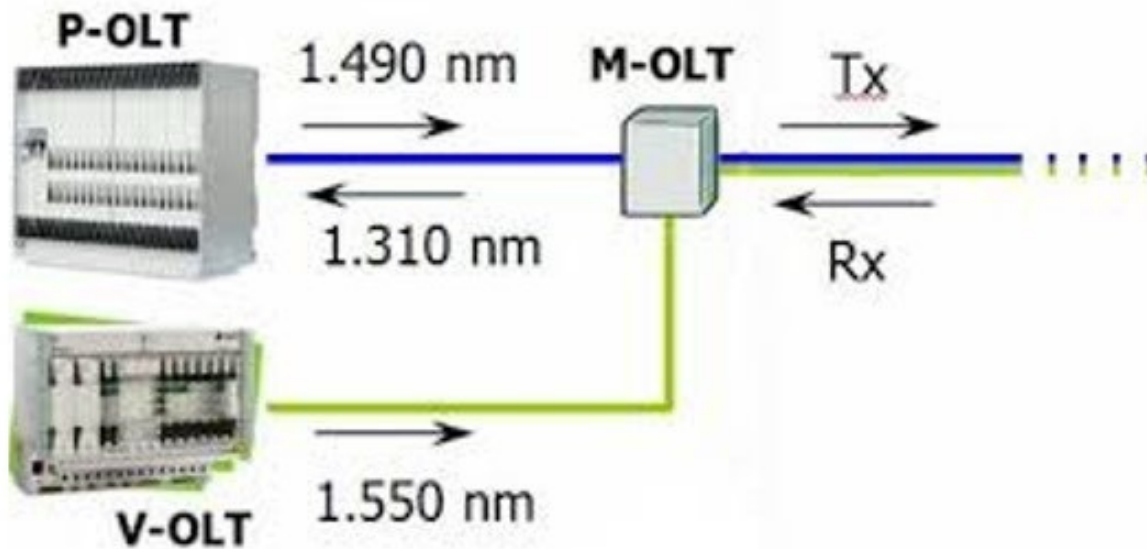
Es el módulo encargado de recoger las tramas de las redes de voz y datos procedentes del exterior (red RTC e ISP) y de inyectarlas a la red PON mediante multiplexación TDM. Emplea la ventana de los 1490 nm. Además, recoge las tramas de datos y voz procedentes de la red PON y las dirige a la red RTC o ISP donde corresponda en la ventana de 1310 nm.

-Módulo V-OLT (Vídeo OLT) Es el módulo encargado de recoger las tramas de la red de vídeo exterior (VoD) y de inyectarlas en la red PON, empleando para ello la ventana de los 1550 nm. También recoge las tramas de vídeo de la red PON y las dirige a la red exterior de vídeo también en la misma ventana de los 1550 nm.

-Módulo M-OLT (Multiplexer OLT) Es el encargado de realizar la multiplexación de ambos servicios suministrados por el P-OLT y V-OLT bajo una multiplexación WDM. En la siguiente figura podemos ver los módulos que componen el OLT y las ventanas de trabajo que emplea para cada canal. [Chiquero, 2015] (Ver figura 2.8)

Figura 2.8

Módulos OLT. Fuente [Chiquero, 2017]



ONT (OPTICAL NETWORK TERMINAL)

El ONT es un dispositivo óptico ubicado en el domicilio del cliente capaz de recibir y filtrar la información recibida por el OLT para entregársela al abonado. A su vez, recoge la información y petición del abonado para encapsularla y entregársela al OLT para que pueda procesarla. Existen dos tipos de ONT:

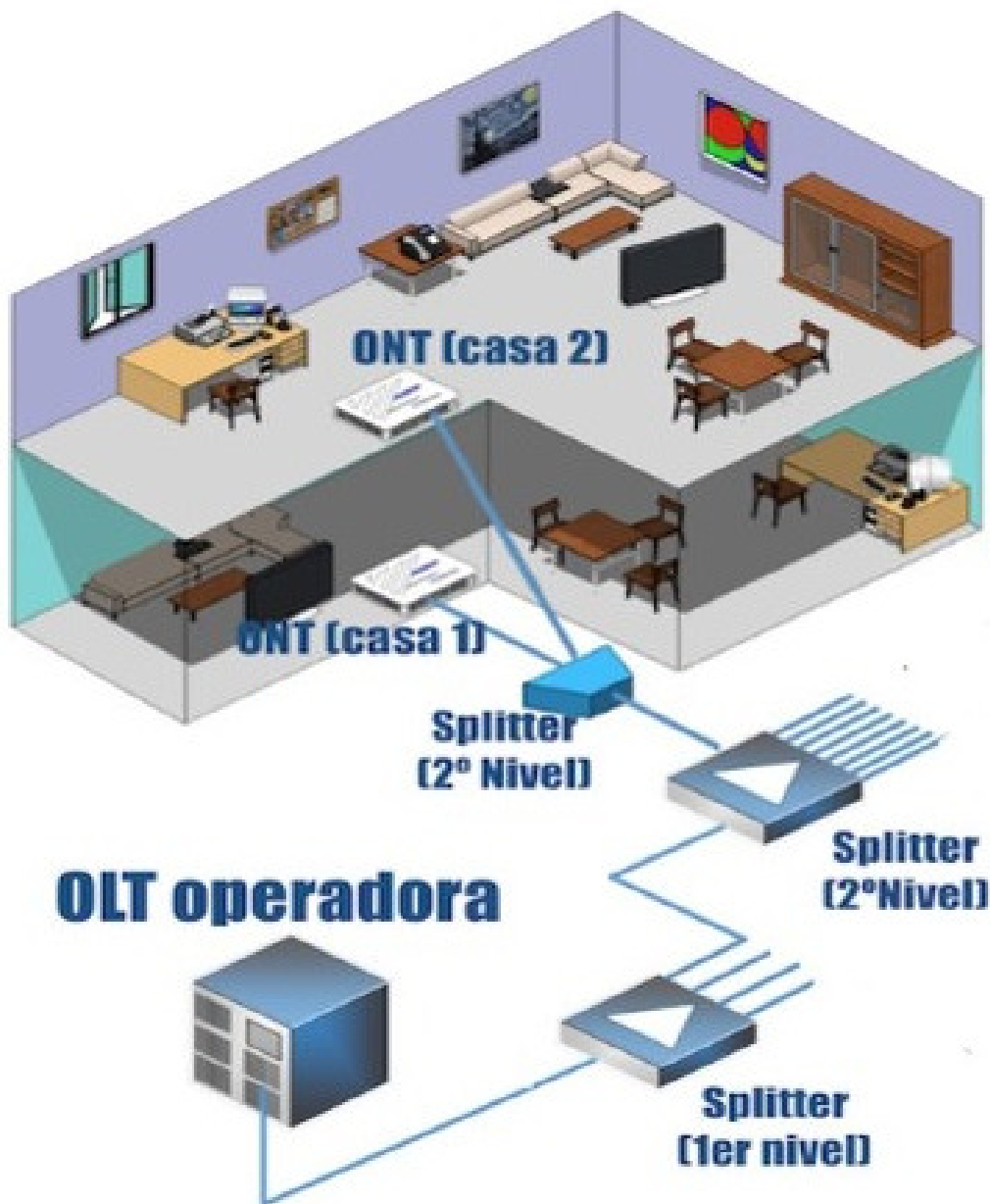
- **H-ONT (Home ONT):** Es un dispositivo que se coloca en el hogar o empresa del abonado. Es el empleado en las redes FTTH. (Ver figura 2.9)
- **B-ONT (Building ONT):** Es un dispositivo que se coloca en RITI (recinto de instalaciones de telecomunicación inferior) o RITU (recinto de instalaciones de telecomunicaciones único). Es el empleado en las redes FTTB. [Chiquero, 2017]

El ONT en definitiva realiza un filtrado de la información separando los servicios de voz, datos y vídeo. Para ello incorpora dos filtros ópticos:

- **Filtro OAF (Optical Analogic Filter):** Es quien se encarga de obtener la señal de vídeo a la longitud de onda de los 1550 nm y lo entrega al fotodiodo APD para realizar la conversión de frecuencia.

Figura 2.9

Esquema de Terminal de Red Óptica (ONT). Fuente [Josan, 2017]



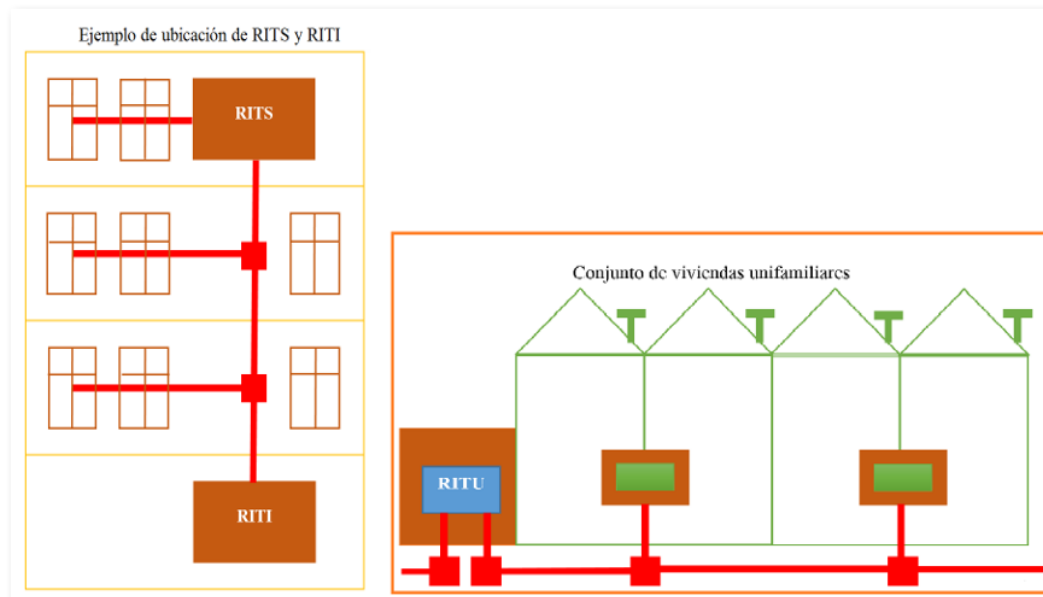
- **Filtro ODF (Optical Digital Filter):** Es quien se encarga de obtener la señal de voz a la longitud de onda de los 1490 nm y lo entrega al fotodiodo digital DPD.[Chiquero, 2017] (Ver figura 2.10)

SPLITTER ÓPTICO

Se trata de un dispositivo pasivo óptico que actúa como divisor de señales ya que

Figura 2.10

Ejemplo de ubicación de RITS, RITI o RITU. Fuente [Castillo, 2019]



recibe las señales procedentes del OLT y lo entrega a las diferentes ONT conectados a él. Sus funciones son las de multiplexar las señales recibidas, dividir la señal de entrada entre un número de salida y combinar las señales recibidas y entregarla por una única salida. Además, al tratarse de un elemento pasivo no requiere alimentación. El inconveniente principal del splitter es la pérdida de potencia óptica debido a la división de señal en múltiples salidas. Esta atenuación de la señal de salida viene dada por la siguiente expresión.[Chiquero, 2017]

Los símbolos más utilizados de splitter son los que se muestra en la figura 2.11 :

Figura 2.11

Símbolos más usados de para Splitter. Fuente [Farmer et al., 2016]



Fórmula utilizada para calcular la pérdida en el divisor óptico o splitter:

- Pérdida en splitter de dos vías:

$$L = -10 \log 0.5 = 3dB$$

Agregando 0.5 dB para la pérdida del divisor óptico o Splitter y la variación de puerto a puerto, la pérdida total es de 3.5 dB.

- Pérdida en splitter de N (Número de vías del splitter) vías: [Farmer et al., 2016]

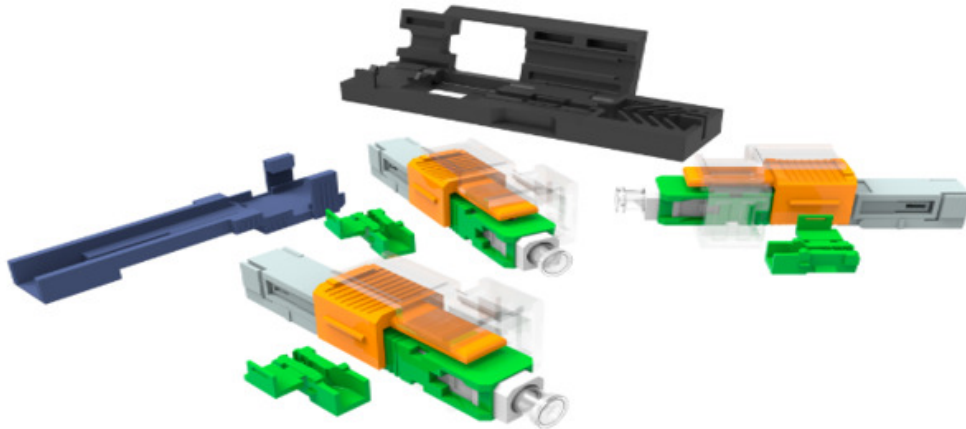
$$L = 3.5 \times \frac{\log(N)}{\log 2}$$

CONECTORES ÓPTICOS

Los conectores SC (simplex connector, subscriber connector, standard connector) es un conector enchufable simple con un mecanismo de enganche para mantenerlo en su lugar y un pasador de guía para asegurarse de insertarlo en la orientación correcta tienen una pérdida de inserción promedio de 0.25 dB y capaces de resistir 1000 ciclos de conexión y desconexión. (Ver figura 2.12). [Farmer et al., 2016]

Figura 2.12

Conectores Estándar o conectores SC. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



Los conectores FC (Ferrule Connector) son conectores con una férula de cerámica que se sostiene con un sistema de rosca. Estos conectores se utilizan en fibra monomodo y multimodo, pero más utilizados en aplicaciones monomodo. Su principal uso es en entornos de alta vibración debido a su sistema de rosca. Tiene una pérdida por inserción de 0.3 dB. [Rodríguez, 2016] (Ver figura 2.13)

Figura 2.13

Conector FC (Ferrule Connector). Fuente [Rodriguez, 2016]



5. Redes GPON (GIGABIT PON)

Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON)

El sistema GPON usan la banda 1550 nm para transmisión, está estandarizado en el conjunto de recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)-T G.984.x (x=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

- ITU-T G.984.1 ofrece una visión general de alto nivel de los componentes de G-PON y la estructura de referencia.
- Los requisitos de capa o transceptor PMD de GPON están cubiertos por la norma ITU-T G.984.2. Al igual que APON, G-PON también definió PMD de fibra simple y fibra dual.[Lam, 2011]
- ITU-T G.984.3: Especificación de la capa de convergencia de transmisión. ITU-T G.984.4: ONT Especificación de la interfaz de gestión y control. ITU-T G.984.5: Banda de mejora.
- ITU-T G.984.6: Extensión de alcance.
- ITU-T G.984.7: De largo alcance.[Gorshe et al., 2014]

Las tasas de bits definidas en G.984 son:

- Bajada: 1244.16 Mbps/2488.32 Mbps
- Subida: 155.52 Mbps/622.08 Mbps/1244.16 Mbps/2488.32 Mbps.[Lam, 2011]

Clases de GPON

GPON se utiliza para distancias diferentes ya sea 10 km, 20 km o 60 km. Se especifican

varias velocidades de datos para GPON, pero la única de interés práctico es 2.488 Gb/s en sentido descendente y 1.244 Gb/s en sentido ascendente. Para complementar las velocidades de datos especificadas originalmente la ITU determinó tres clases ópticas, Clase A, Clase B y Clase C. Sin embargo, ninguna resultó óptima para las velocidades de datos de interés, por lo que se adoptó otra clase, Clase B+. Después se especificó otro conjunto de clase óptica para un presupuesto de pérdida la Clase C+. [Farmer et al., 2016] (ver tablas 2.1)

Tabla 2.1

Rangos de Atenuación Óptica GPON. Fuente [Gorshe et al., 2014]

CLASE	PRESUPUESTO DE PÉRDIDA ÓPTICA	
	Mínimo	Máximo
A	5 dB	20 dB
B	10 dB	25 dB
B+	10 dB	28 dB
C	15 dB	30 dB
C+	17 dB	32 dB

En la tabla 2.2 resume las dos clases ópticas más comunes para los sistemas GPON.

Tabla 2.2

Clases ópticas más comunes en GPON. Fuente [Farmer et al., 2016]

CLASE	DIRECCIÓN	POTENCIA DE LANZAMIENTO		POTENCIA DE RECEPCIÓN ÓPTICA		PENALIZACIÓN ÓPTICA
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Sobrecargar	
B+	Descarga (1490 nm)	0.5	5	-27	-8	0.5 dB
B+	Descarga (1310 nm)	0.5	5	-28	-8	0.5dB
C+	Descarga (1490 nm)	3	7	-30	-8	1 dB
C+	Descarga (1310 nm)	0.5	5	-32	-12	0.5 dB

6. Redes XG-PON (10 GIGABIT PON)

XG-PON se define en el estándar UIT-T G.987. Provee un camino progresivo para aumentar el ancho de banda por usuario que es compatible con GPON.

La compatibilidad con versiones anteriores se logra esencialmente mediante la asignación de longitudes de onda para XG-PON que emplea las longitudes de onda de 1270 nm de carga y 1577 nm de descarga que no interfieren con el funcionamiento de GPON en la misma ODN (Red de Distribución Óptica).

Mientras las ONT GPON tengan los filtros de bloqueo de longitud de onda (WBF) apropiados, la separación de longitud de onda permite que GPON y XG-PON existan independientemente en la ODN.[Gorshe et al., 2014]

Comparten muchas propiedades con GPON. XG-PON trabaja con el estándar ITU-T G.987 la cual nos ofrece 10 Gbps de bajada y 2.5 Gbps de subida.

Tabla 2.3

Valores de tecnología PON. Fuente [Hood, 2012]

TECNOLOGÍA	ESTÁNDAR	VELOCIDAD
GPON	ITU-T G.984	2.5 Gbps de bajada, 1.25 Gbps de subida
XG-PON	ITU-T G.987	10 Gbps de bajada, 2.5 Gbps de subida

Ventanas de transmisión : En la atenuación de la luz dentro de la banda de infrarrojos hay “depresiones de atenuación”, osea a establecidas longitudes de onda en las que la atenuación es mínima y es en estas depresiones donde se transmite la información [Chiquero, 2016].

Las longitudes de onda usadas en las redes ópticas son: 850nm, 1310 nm y 1550 nm que se denominan correspondientemente “primera ventana de transmisión”, “segunda ventana de transmisión” y “tercera ventana de transmisión”. La velocidad de la red es tanto mayor cuanto lo sea el número de la ventana. En la figura 2.14, se muestra las longitudes de onda en las que operan y la atenuación. [Alonso et al.,]

Clases de XG-PON

Se dividen en clases llamadas: clases Nominal 1 (N1), Nominal 2 (N2), Extendido 1 (E1), Extendido 2 (E2). A su vez esto se divide en N2 y E2 cada uno se divide en subclases, llamadas a y b. (Ver tabla 2.4)

2.2.2 Variables de Interés

Red FTTH, la cual permitirá mejorar la calidad de señal, el mejoramiento de capacidad de carga y descarga, asegurar los servicios de Triple Play y la distribución en el alcance

Figura 2.14

Longitud de Onda (nm) vs Pérdida (dB). Fuente [Hood, 2012]

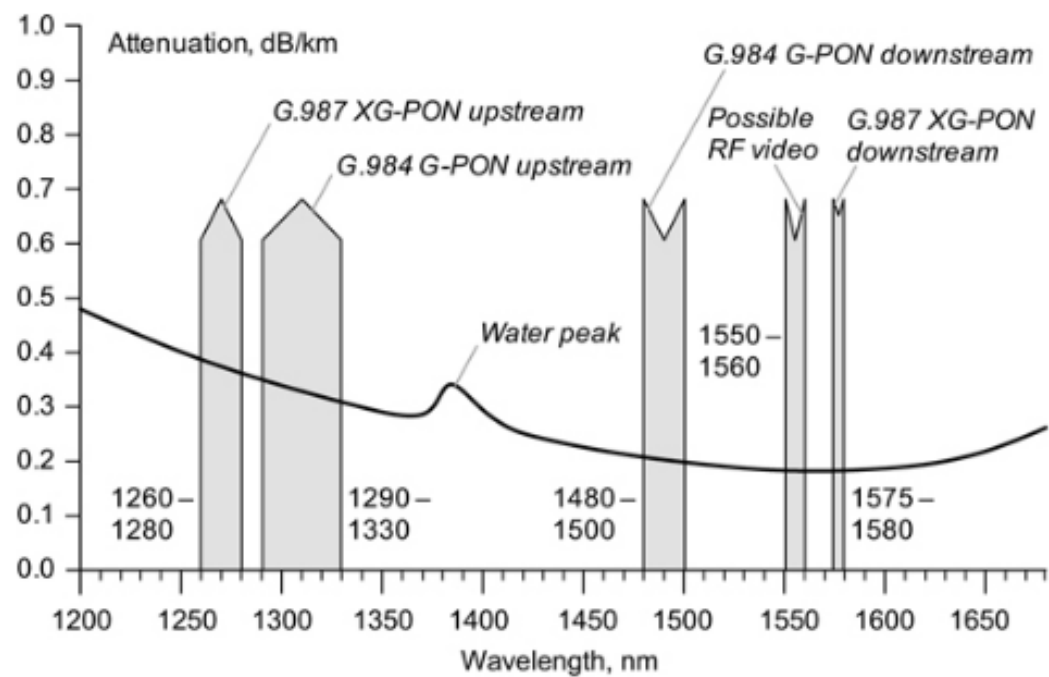


Tabla 2.4

Clases Ópticas XG-PON. Fuente[Farmer et al., 2016]

Clase	Dirección	Potencia de lanzamiento óptico		Potencia de recepción		Penalización de óptica	Presupuesto de pérdida
	λ , nm	Min (dBm)	Max (dBm)	Min (dBm)	Sobrecarga (dBm)	dB	dB
N1	Descarga -1577	2	6	-28	-8	1	29
N1	Carga -1270	2	7	-27.5	-7	0.5	29
N2a	Descarga -1577	4	8	-28	-8	1	31
N2a	Carga -1270	2	7	-29.5	-9	0.5	31
N2b	Descarga -1577	10.5	12.5	-21.5	-3.5	1	31
N2b	Carga -1270	10.5	12.5	-21.5	-3.5	0.5	31
E1	Descarga -1577	6	10	-28	-8	1	33
E1	Carga -1270	2	7	-31.5	-11	0.5	33
E2a	Descarga -1577	8	12	-28	-8	1	35
E2a	Carga -1270	2	7	-33.5	-13	0.5	35
E2b	Descarga -1577	14.5	16.5	-21.5	-3.5	1	35
E2b	Carga -1270	14.5	16.5	-21.5	-3.5	0.5	35

de banda ancha que necesitan los usuarios de acuerdo con su capacidad económica en el distrito de Pomalca. (Ver tabla 2.5)

Tabla 2.5

Variable de Interés. Fuente [Los testistas]

Variable	Indicador	Valor final	Tipo
Red FTTH (Fiber to the home)	Calidad de señal	dB	Numérica
	Capacidad de carga y descarga	Mbps	
	Triple Play	Internet	Categorica
		Cable	
		Telefonía	
	Alcance	Usuarios	
Capacidad económica de los usuarios	Ubicación	Soles	Numérica
	Capacidad Adquisitiva		

2.2.3 Estudio de Mercado

Según los datos obtenidos de Osiptel a nivel Nacional ha mostrado un crecimiento en el último año de conexiones de Internet Fijo fue de 2.6 millones lo que representó un crecimiento del 10.9% con respecto a diciembre del 2017.

Movistar brinda servicios de Internet Fijo mediante HFC para la provincia de Chiclayo desde 10 Mbps-200 Mbps con un costo van desde 59.90 hasta 239.9 soles. [Osiptel, 2019],[Movistar, 2019]

Claro brinda servicios de HFC desde 20-200 Mbps en ciertas zonas del departamento de Lambayeque excepto en el Distrito de Pomalca. [Osiptel, 2019], [Claro, 2019]

Bitel no ofrecen Internet Fijo en el Distrito de Pomalca.[Bitel, 2019]

Según los datos obtenidos por INEI en el Distrito de Pomalca la población aproximada es de 5721 hogares considerando los datos del último censo del INEI 2017, de los cuales 2440 hogares tienen Computadora/Laptop/Tablet; 1872 hogares cuentan con conexión a internet; 2394 hogares cuentan con conexión a Televisión por Cable o satelital; 1424 hogares tienen teléfono fijo; 1048 hogares cuentan con Internet y

Televisión por Cable o Satelital; 993 hogares tienen conexión a internet y Teléfono Fijo.[INEI, 2017]

Para determinar cuántos abonados van a adquirir los servicios Triple Play, se empleó la siguiente:

N= Tamaño de la población; 5721.

Z= Nivel de confianza; 92 %, coeficiente de confianza; 1.751

α = Nivel de error; 8 %

d = Precisión; 0.08.

P= Proporción de la población con la característica deseada (éxito); 50 %= 0.5.

Q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso); 50 %= 0.5.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N-1) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

$$n = \frac{5721 \times 1.751^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.08^2 \times (5720) + (1.751^2 \times 0.5 \times 0.5)}$$

$$n = 117$$

La muestra está constituida por 117 abonados del distrito de Pomalca.

ESCENARIO DE DESPLIEGUE

Se realizó encuestas a la población del Distrito de Pomalca, con el propósito de determinar qué porcentaje cuenta con servicios de Internet, CATV y Telefonía fija; para esto se ha dividido por sectores para distribuir la cantidad de velocidad de transmisión de acuerdo con su capacidad adquisitiva. Los sectores son:

Tabla 2.6

Sectores del distrito Pomalca. Fuente (Los tesistas)

SECTORES	COLORES
La Unión	verde
20 de Enero	Amarillo
Centro Pomalca	Azul
San Juan	Morado
Miraflores	Marrón
Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon)	Naranja

(Ver figura 2.15)

Figura 2.15

División por sectores del distrito de Pomalca. Fuente [Los tesistas]

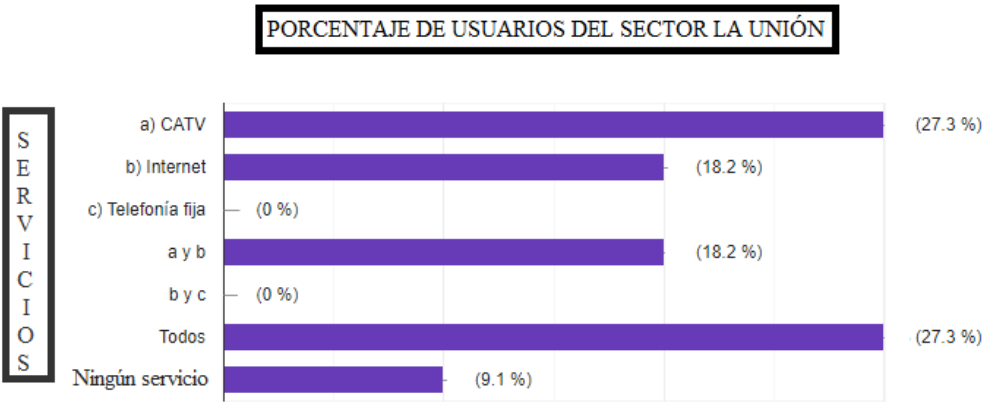


- SECTOR LA UNIÓN

En el sector La Unión, actualmente cuentan con los servicios de: CATV (27.3%), Internet (18.2%), Telefonía fija (0%), CATV-Internet (18.2%), Internet-Telefonía fija (0%), CATV-Internet-Telefonía fija (27.3%) y no cuentan con ninguno de los servicios (9.1%). (Ver figura 2.16)

Figura 2.16

Servicios con los que cuentan actualmente el sector La Unión.
Fuente [Los tesisistas]



Los operadores que brindan los servicios mencionados de la figura 2.17 son: Movistar (80%), Claro (0%), Entel (0%), Bitel (0%), Otros (DIRECTV, Best Cable, etc) (20%).

En la figura 2.18 se observa que los resultados de la encuesta en relación a la cantidad de velocidad de transmisión de internet que el usuario está dispuesto a adquirir es: 50-70 Mbps / 20-40 Soles (14%), 70-120 Mbps/ 40-60 Soles (33%), 120-140 Mbps/ 60-80 Soles (29%), 140-160 Mbps/ 80-110 Soles (14%) y de 160-200 Mbps/Más de 110 Soles (10%).

- SECTOR 20 DE ENERO

Los servicios que tiene actualmente el sector 20 de Enero son: CATV(20%), Internet(25%), Telefonía fija (10%), CATV-Internet(0%), Internet-Telefonía fija(0%), CATV-Internet-Telefonía fija(20%) y no tienen el servicio(25%). (Ver figura 2.19)

Figura 2.17

Operadores que brindan los servicios en sector La Unión.

Fuente [Los testistas]

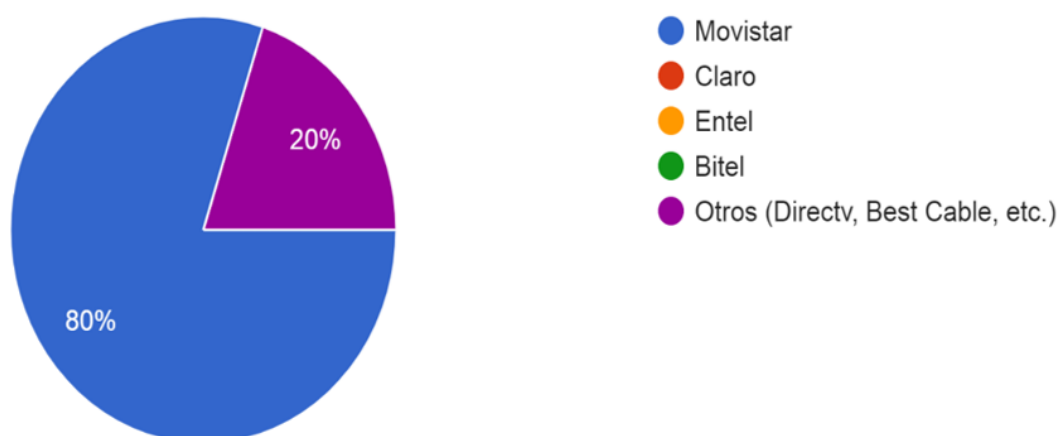
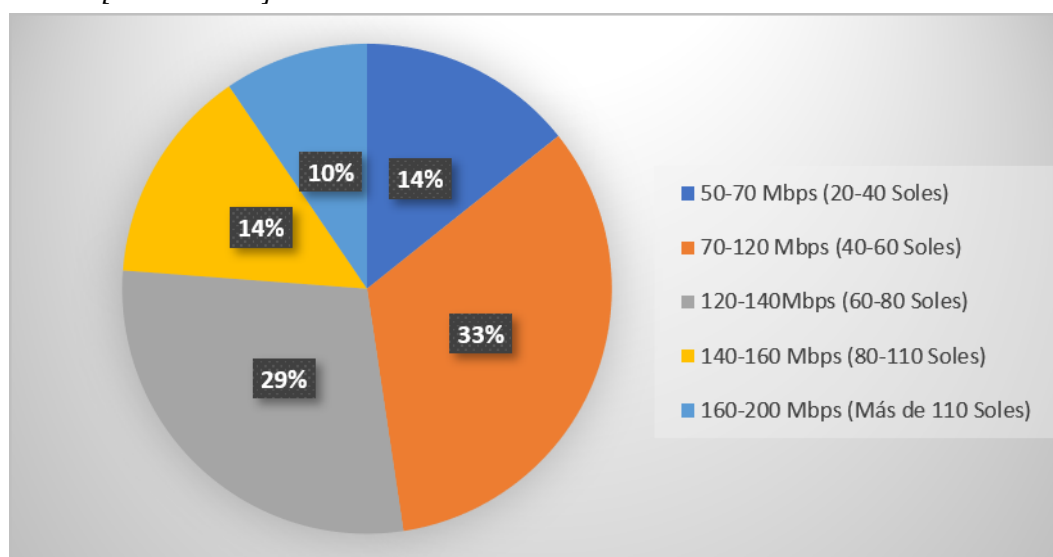


Figura 2.18

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector La Unión.

Fuente [Los testistas]



Los operadores que prestan los servicios son: Movistar (66.7%), Claro (6.7%), Entel (0%), Bitel (6.7%) y Otros (DIRECTV, Best Cable, etc) (20%). (Ver figura 2.20)

Los resultados mostrados en la figura 2.21 son: 50-70 Mbps/20-40 Soles (15%), 70-120 Mbps/40-60 Soles (35%), 120-140 Mbps/60-80 Soles (40%), 140-160 Mbps/ 80-110

Figura 2.19

Servicios con los que cuenta actualmente el sector 20 de Enero.
Fuente [Los tesistas]

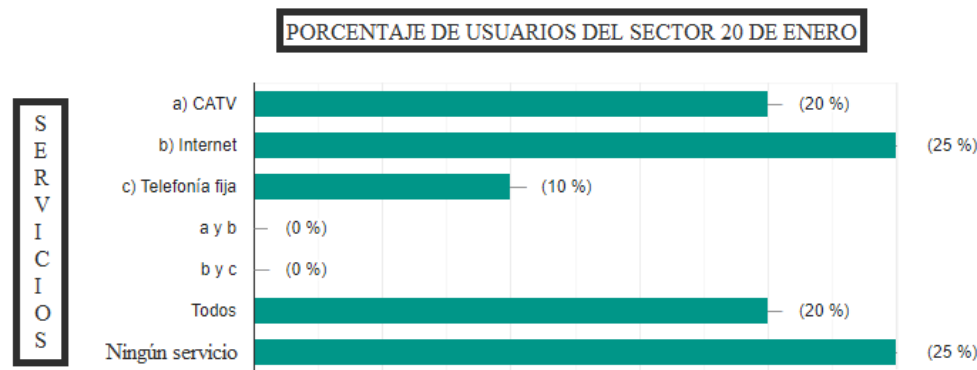
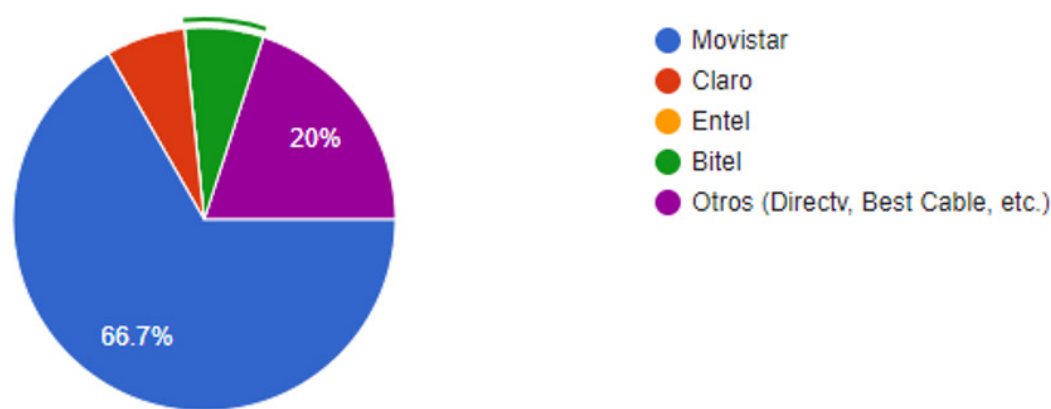


Figura 2.20

Operadores que brindan los servicios en el sector 20 de Enero.
Fuente [Los tesistas]



Soles (5%) y 160-200 Mbps/ Más de 110 Soles (5%).

- SECTOR SAN JUAN

Sector San Juan, cuenta con los siguientes servicios: CATV (27.3%), Internet (0%), Telefonía fija (4.5%), CATV-Internet (27.3%), Internet-Telefonía fija (4.5%), CATV-Internet-Telefonía fija (27.3%) y no tienen el servicio (9%). (Ver figura 2.22)

De los servicios de la figura 2.23 los operadores son: Movistar (72.2%), Claro (0%), Entel (5.6%), Bitel (5.6%) y Otros (DIRECTV, Best Cable, etc) (16.7%).

Los usuarios de este sector están dispuestos a adquirir (Ver figura 2.24) : 50-70 Mbps

Figura 2.21

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector 20 de Enero.

Fuente [Los testistas]

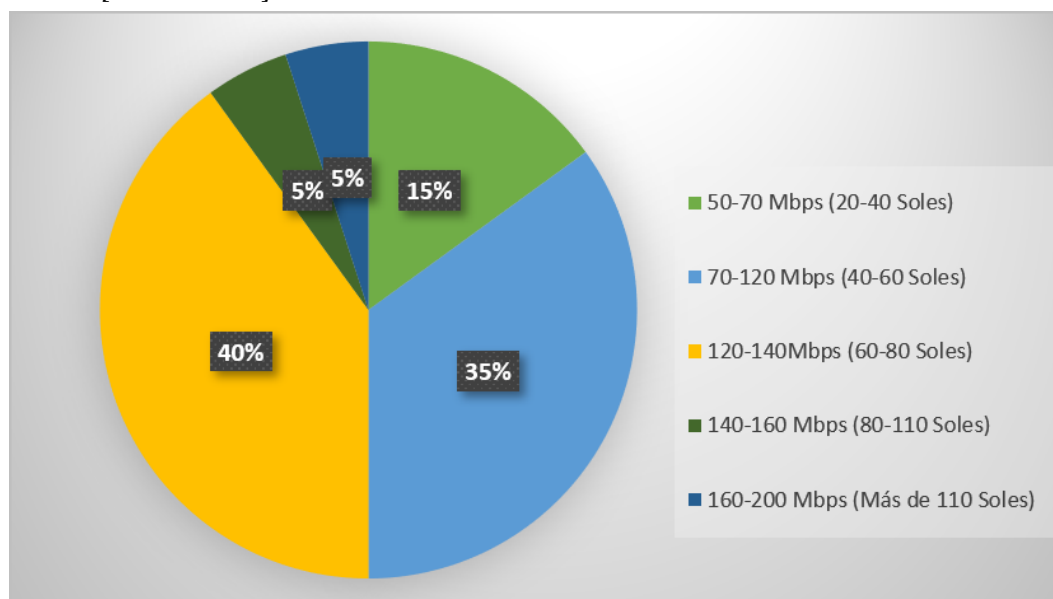
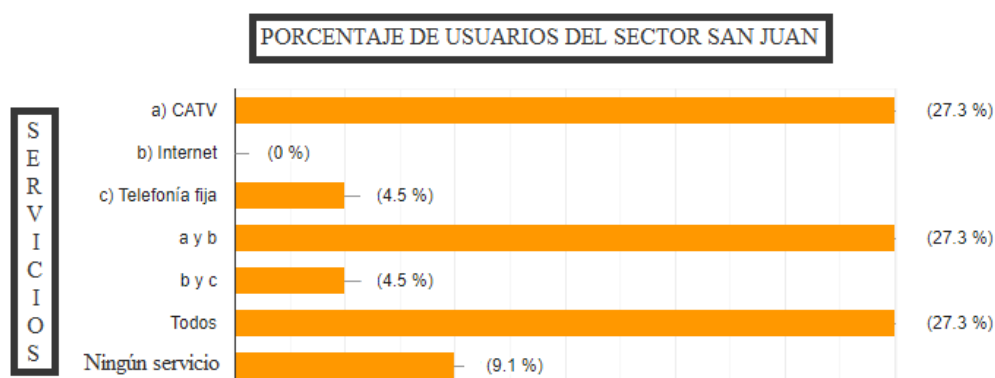


Figura 2.22

Servicios con los que cuentan el sector San Juan.

Fuente [Los testistas]



/ 20-40 Soles (18%), 70-120 Mbps / 40-60 Soles (45%), 120-140 Mbps / 60-80 Soles (18%), 140-160 Mbps / 80-110 Soles (15%) y 160-200 Mbps / Más de 110 Soles (5%).

- SECTOR CENTRO DE POMALCA

Sector Centro de Pomalca los servicios que emplean son: CATV (33.3%), Internet

Figura 2.23

Operadores que brindan los servicios en el sector San Juan.
Fuente [Los tesistas]

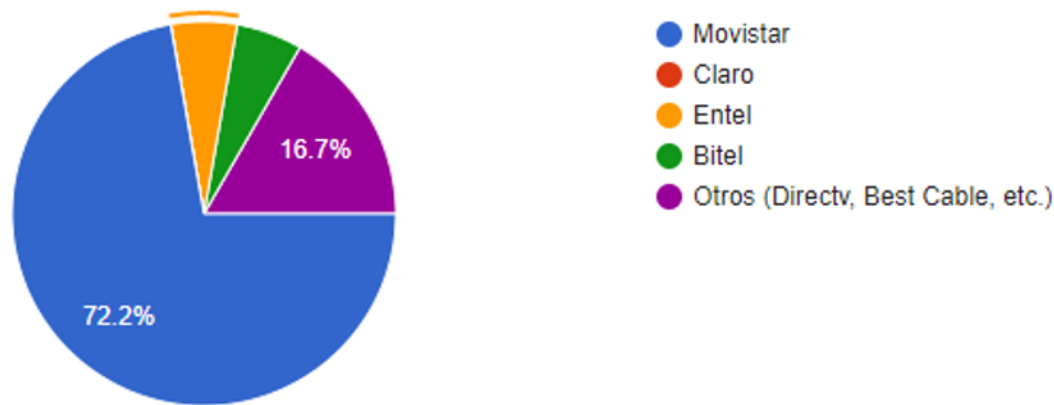
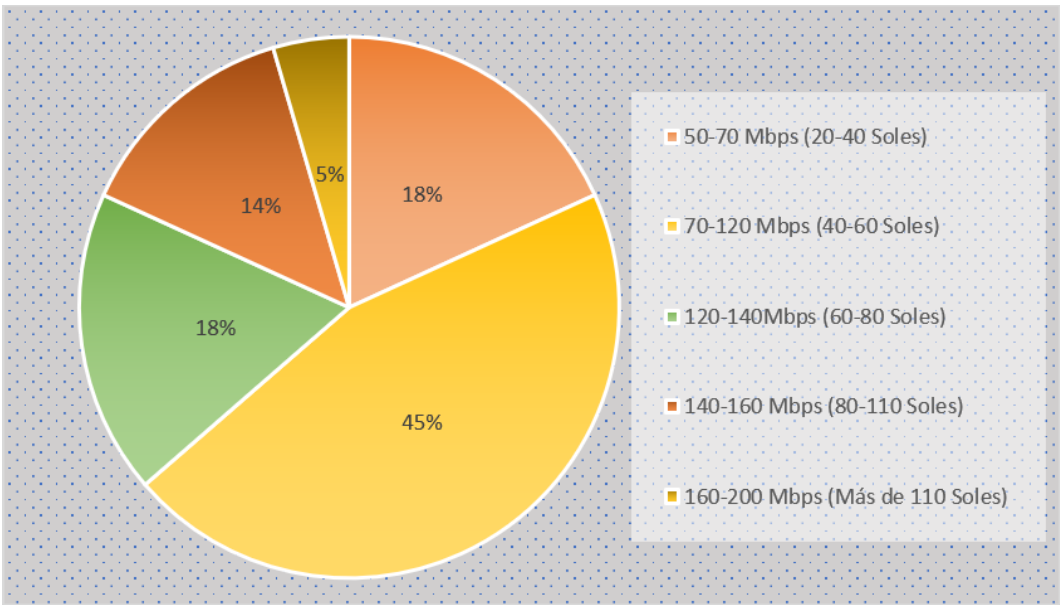


Figura 2.24

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector San Juan.
Fuente [Los tesistas]



(0%), Telefonía fija (0%), CATV-Internet (28.6%), Internet-Telefonía fija (0%), CATV-Internet-Telefonía fija (23.8%) y no tienen el servicio (14.3%). (Ver figura 2.25)

Los servicios mencionados en la figura 2.26 los brinda los siguientes operadores: Movistar (61.1%), Claro (0%), Entel (16.7%), Bitel (5.6%) y Otros (DIRECTV, Best Cable, etc) (16.7%).

Figura 2.25

Servicios con los que cuentan los usuarios del sector Centro Pomalca.

Fuente [Los tesistas]

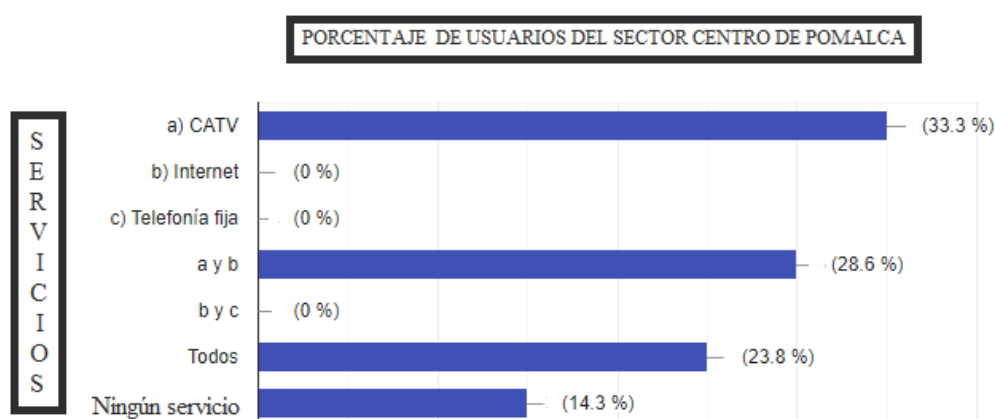
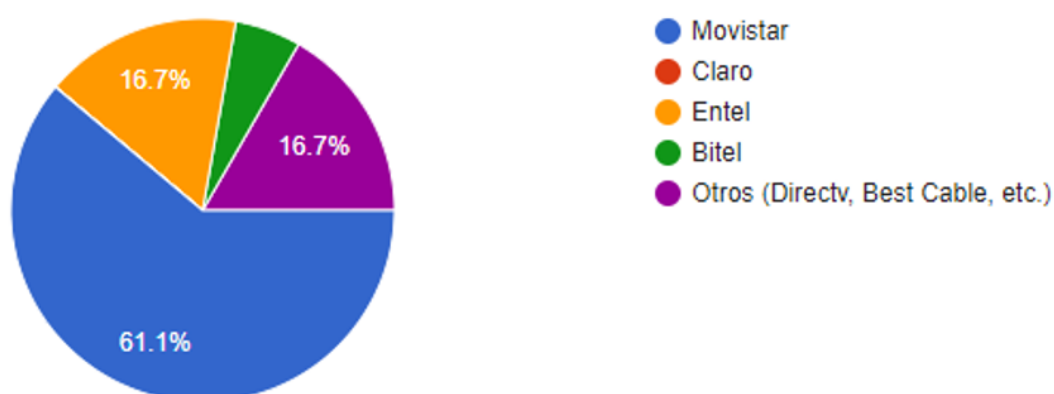


Figura 2.26

Operadores que brindan los servicios en el sector Centro de Pomalca.

Fuente [Los tesistas]



Con respecto a la velocidad de transmisión que cada usuario desea adquirir y el costo del cual está dispuesto a pagar es: 50-70 Mbps/20-40 Soles (9%), 70-120 Mbps/40-60 Soles (9%), 120-140 Mbps/60-80 Soles (48%), 140-160 Mbps/ 80-110 Soles (29%) y 160-200 Mbps/Más de 110 Soles (5%). (Ver figura 2.27)

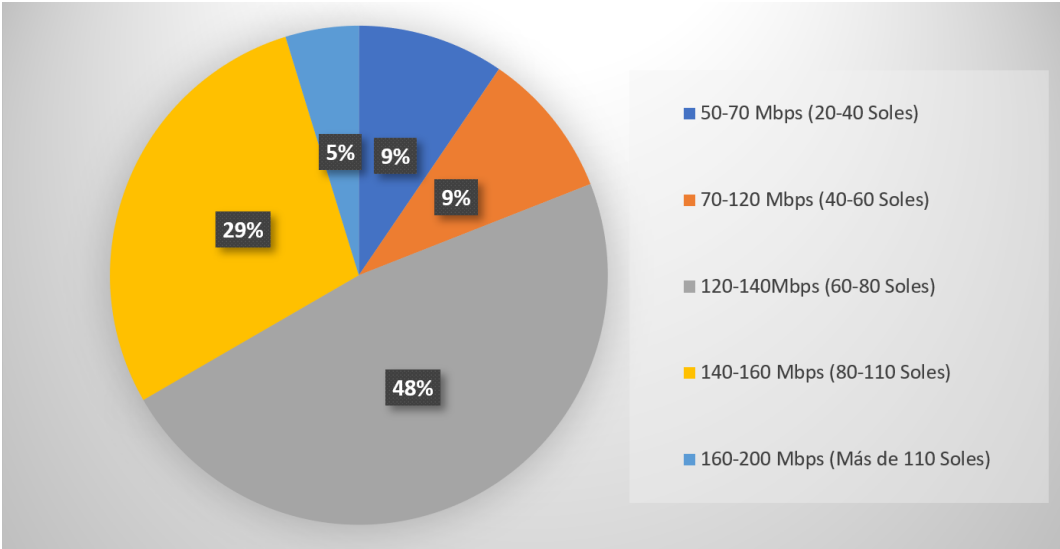
- SECTOR MIRAFLORES

Los usuarios del Sector Miraflores cuentan con los siguientes servicios: CATV (26.3%), Internet (10.5%), Telefonía fija (5.3%), CATV-Internet (5.3%), Internet-Telefonía fija

Figura 2.27

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Centro Pomalca.

Fuente [Los tesistas]

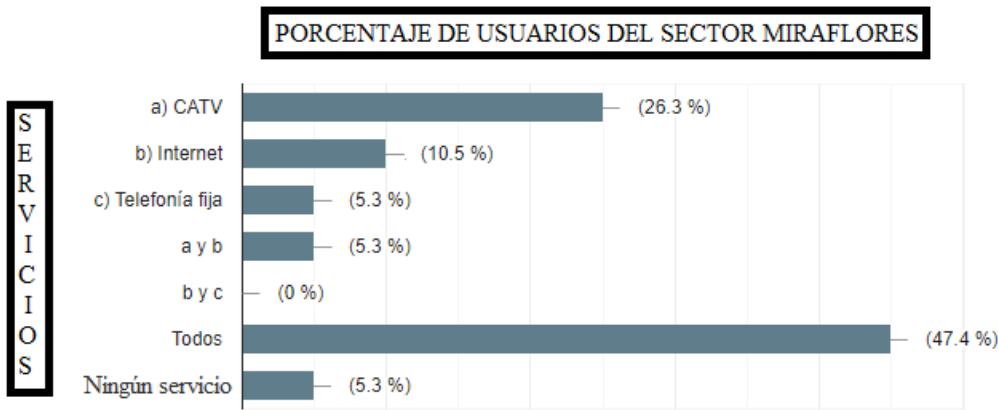


(0%), CATV-Internet-Telefonía fija (47.4%) y no tienen el servicio (5.3%). (Ver figura 2.28)

Figura 2.28

Servicios con los que cuentan actualmente el sector Miraflores.

Fuente [Los tesistas]



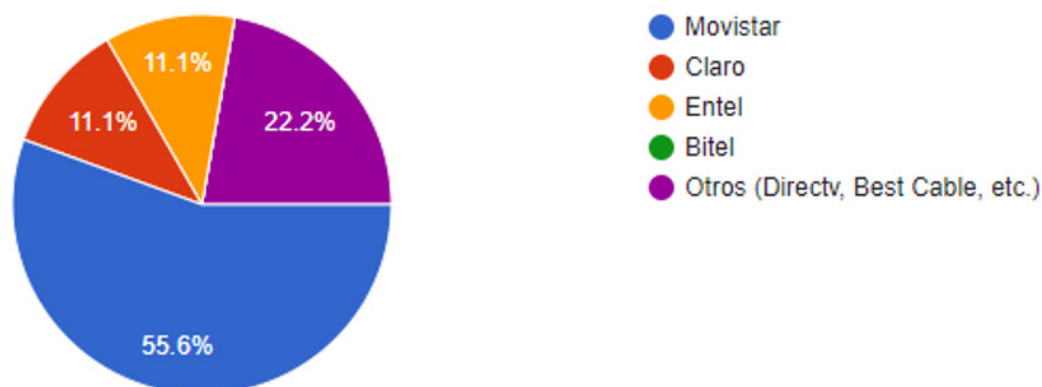
Los servicios mencionados anteriormente son proporcionados por los operadores de: Movistar (55.6%), Claro (11.1%), Entel (11.1%), Bitel (0%) y Otros (DIRECTV, Best

Cable, etc) (22.2%). (Ver figura 2.29)

Figura 2.29

Operadores que proporcionan sus servicios en el sector Miraflores.

Fuente [Los testistas]

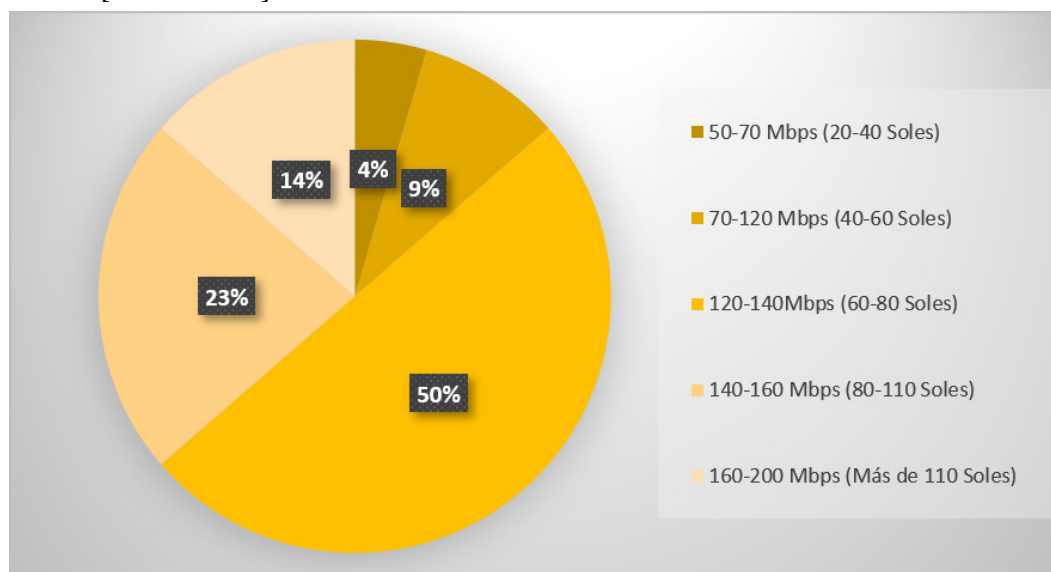


En la figura 2.30 se muestra la cantidad de velocidad de transmisión que los usuarios están dispuestos a adquirir y los precios que desea pagar: 50-70 Mbps/20-40 Soles (4%), 70-120 Mbps/40-60 Soles (9%), 120-140 Mbps/60-80 Soles (50%), 140-160 Mbps/ 80-110 Soles (23%) y 160-200 Mbps/ Más de 110 Soles (14%).

Figura 2.30

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Miraflores.

Fuente [Los testistas]



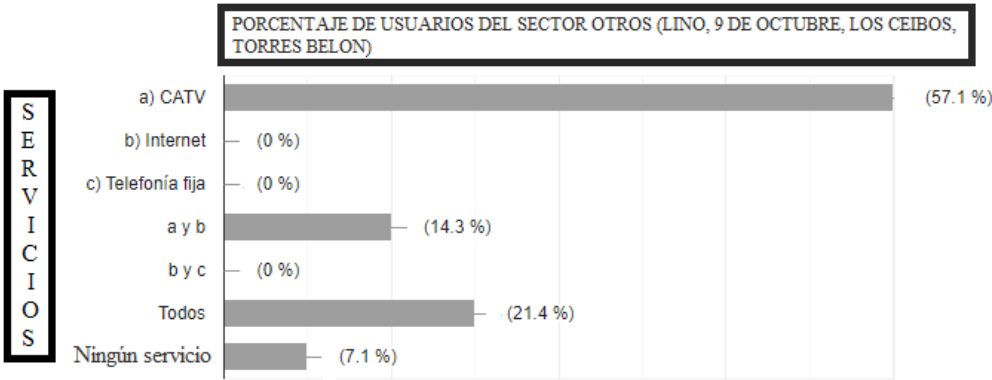
- SECTOR OTROS

En el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon) utilizan los servicios de: CATV (57.1%), Internet (0%), Telefonía fija (0%), CATV-Internet (14.3%), Internet-Telefonía fija (0%), CATV-Internet-Telefonía fija (21.4%) y no tienen el servicio (7.1%). (Ver figura 2.31)

Figura 2.31

Servicios con los que cuentan en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon).

Fuente [Los testistas]



Los operadores que brindan servicio en este sector son: Movistar (58.3%), Claro (16.7%), Entel (0%), Bitel (8.3%) y Otros (DIRECTV, Best Cable, etc) (16.7%). (Figura 2.32)

En la figura 2.33 se observa que los resultados de la encuesta en relación a la cantidad de velocidad de transmisión de internet que el usuario está dispuesto a adquirir es: 50-70 Mbps / 20-40 Soles (43%), 70-120 Mbps/ 40-60 Soles (29%), 120-140 Mbps/ 60-80 Soles (7%), 140-160 Mbps/ 80-110 Soles (21%) y de 160-200 Mbps/Más de 110 Soles (0%).

De los resultados obtenidos de todos los sectores anteriormente mencionados concluimos que la velocidad de transmisión que tiene mayor porcentaje de aprobación por los usuarios del distrito de Pomalca se tomará en cuenta para el diseño de la red

Figura 2.32

Operadores que brindan servicios en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon).

Fuente [Los tesistas]

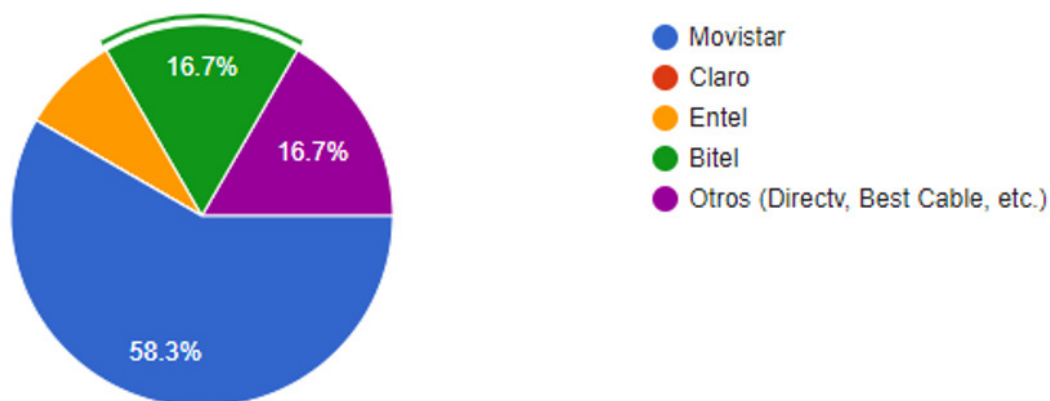
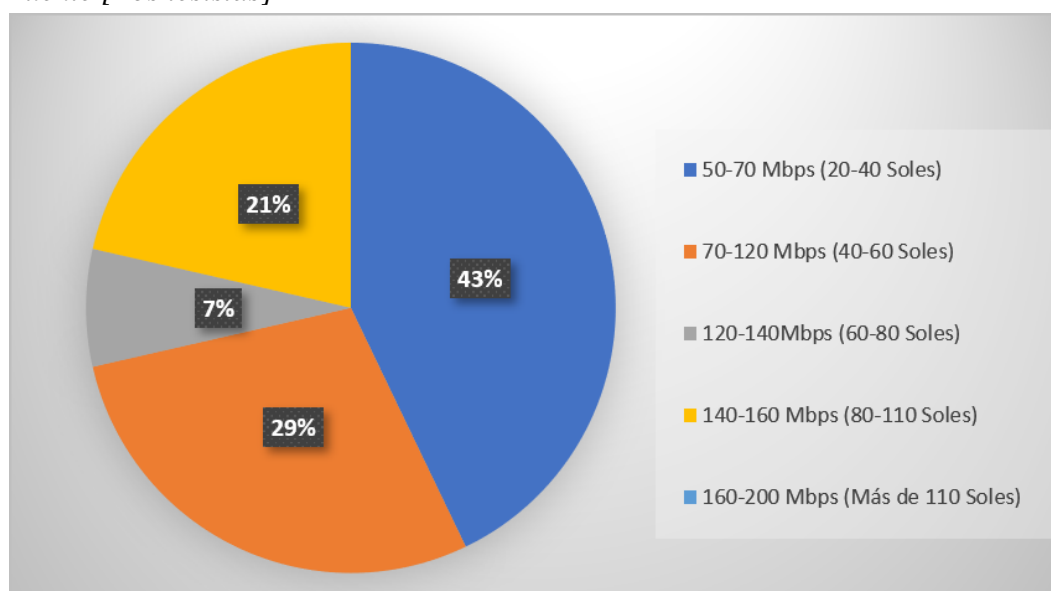


Figura 2.33

Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon).

Fuente [Los tesistas]



FTTH. La tabla muestra la velocidad de transmisión a considerar en el diseño de la red FTTH. (Ver tabla 2.7)

Tabla 2.7

Velocidad de Transmisión a considerar para el despliegue de la red FTTH.
Fuente [Los tesistas]

SECTORES	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN
La Unión	70-120 Mbps
20 de Enero	120-140 Mbps
San Juan	70-120 Mbps
Centro de Pomalca	120-140 Mbps
Miraflores	120-140 Mbps
Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon)	50-70 Mbps

2.2.4 Diseño de la red FTTH

Para diseñar la red de FTTH en el distrito de Pomalca se tendrá en cuenta los resultados obtenidos de la encuesta; ya que gracias a esta se identifica la velocidad de carga y descarga dependiendo de la capacidad económica. Y utilizando el plano catastral para la distribución de la red usando los postes de la empresa ENSA para acoplar la alimentación de los abonados.

De los sectores en los cuales se ha dividido al distrito de Pomalca se escoge dos sectores; el sector “Centro de Pomalca” donde los usuarios tienen mayor capacidad adquisitiva y el sector “La Unión” donde los usuarios tienen menos capacidad adquisitiva.

Para el diseño del centro de Pomalca se ha tomado en cuenta un nodo de 256 usuarios y el sector “La Unión” de 512 usuarios, con un índice de penetración del 100% y un 50% respectivamente.

Para la elaboración del diseño se ha usado el software AutoCAD, en el cual, se va a utilizar un cable de fibra óptica de 24 hilos para la red troncal, de 12 y 6 hilos para la distribución hacia los abonados. Se está utilizando un splitter de primer nivel 1:16 y splitter de segundo nivel también 1:16 para los usuarios.

Y para asegurar el ancho de banda para los sectores debemos seguir la siguiente relación de tres factores:

- Overbooking
- Throughput

- Velocidad de transmisión

Se define como overbooking a la sobreventa (cuanto se asegura), desde el punto de vista de la conexión brindada y el valor de la división que se tomará, es decir, en cuantos usuarios dividiremos el ancho de banda destinado. Al overbooking lo podemos aprovechar debido a que los usuarios no están siempre empleando el canal, ya que, todos los usuarios no están conectados a la misma vez y además cargados sus sitios web el enlace queda sin uso y en ese tiempo es aprovechado por otro usuario para poder tomar parte del ancho de banda que es limitado.

El throughput es la capacidad efectiva o real de transferencia de datos sobre enlace que fluye por un sistema.

a) Sector Centro de Pomalca

Este sector está diseñado con un índice de penetración de 100% esto quiere decir, que se está llegando a 2304 usuarios que tenemos identificados. Se ha distribuido en nueve nodos: SCP-N1 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 1), SCP-N2 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 2) y SCP-N3 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 3), SCP-N4 (Sector Centro de Pomalca- Nodo 4), SCP-N5 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 5), SCP-N6 (Sector Centro de Pomalca-Nodo 6), SCP-N7 (Sector Centro de Pomalca-Nodo 7), SCP-N8 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 8), SCP-N9 (Sector Centro de Pomalca - Nodo 9).

Los nueve nodos están divididos para 256 usuarios cada uno de los cuales se está abordando al 100% de los usuarios en cada nodo.(Ver figura 2.34)

De los nueve nodos obtenidos en el diseño de la red en este sector, escogemos uno de los nodos el cual es el SCP-N3 (Sector Centro de Pomalca-Nodo 3), el diseño se ha hecho utilizando un splitter de primer nivel 1:16, que se encuentra en la caja de distribución y un splitter de segundo nivel 1:16, que se encuentra en el FAT de esta manera llegando a cada ONU de los 256 usuarios. (Ver figura 2.35)

Se muestra el diagrama unifilar de todos los nodos del sector Centro Pomalca, con el fin de calcular la atenuación o la pérdida de inserción, de empalme, distancia

Figura 2.34

Diseño de la red FTTH sector Centro de Pomalca. Fuente [Los testistas]



Figura 2.35

Sector Centro Pomalca nodo 3 (SCP-N3). Fuente [Los testistas]



de la fibra; para determinar si es posible el enlace y con qué margen llega de extremo a extremo. (Ver figura 2.36 o también ver ANEXOS)

Se seleccionó el nodo SCP-N9 para calcular la atenuación o pérdida ya que es el nodo más alejado del OLT. Calculamos la atenuación total con la siguiente fórmula:

$$\text{Atenuación total} = (\text{Atenuación splitter}) + (\text{Atenuación de cable fibra}) + (\text{Atenuación de empalme}) + (\text{Atenuación de conectores})$$

$$\text{Atenuación total} = (14 + 14) + \left(\frac{715+285+172+19}{1000} \times 0.35 \right) + (6 \times 0.1) + (1 + 0.5)$$

$$\text{Atenuación total} = 30.516 \text{ dB}$$

(Ver figura 2.41)

b) Sector La Unión

Este sector está diseñado con un índice de penetración de 50% esto quiere decir, que se está llegando a 704 usuarios de los 1408 usuarios que tenemos identificados. Se ha distribuido en tres nodos: SLU-N1 (Sector La Unión-Nodo 1), SLU-N2 (Sector La Unión-Nodo 2) y SLU-N3 (Sector La Unión-Nodo 3); los primeros dos nodos están divididos para 512 usuarios cada uno y el tercer nodo para 384 usuarios, de los cuales se está abordando a el 50% de los usuarios en cada nodo.(Ver figura 2.42)

De los tres nodos obtenidos en el diseño de la red en este sector, escogemos uno de los nodos el cual es el SLU-N1 (Sector La Unión-Nodo 1), el diseño se ha hecho utilizando un splitter de primer nivel 1:16, que se encuentra en la caja de distribución y un splitter de segundo nivel 1:16, que se encuentra en el FAT de esta manera llegando a cada ONU de los 256 usuarios. (Ver figura 2.43)

Se muestra el diagrama unifilar de todos los nodos del sector La Unión, con el fin de calcular la atenuación o la pérdida de inserción, de empalme, distancia de la fibra; para determinar si es posible el enlace y con qué margen llega de extremo a extremo. (Ver figura 2.44)

Figura 2.36

Unifilar Sector Centro Pomalca.
Fuente [Los testistas]

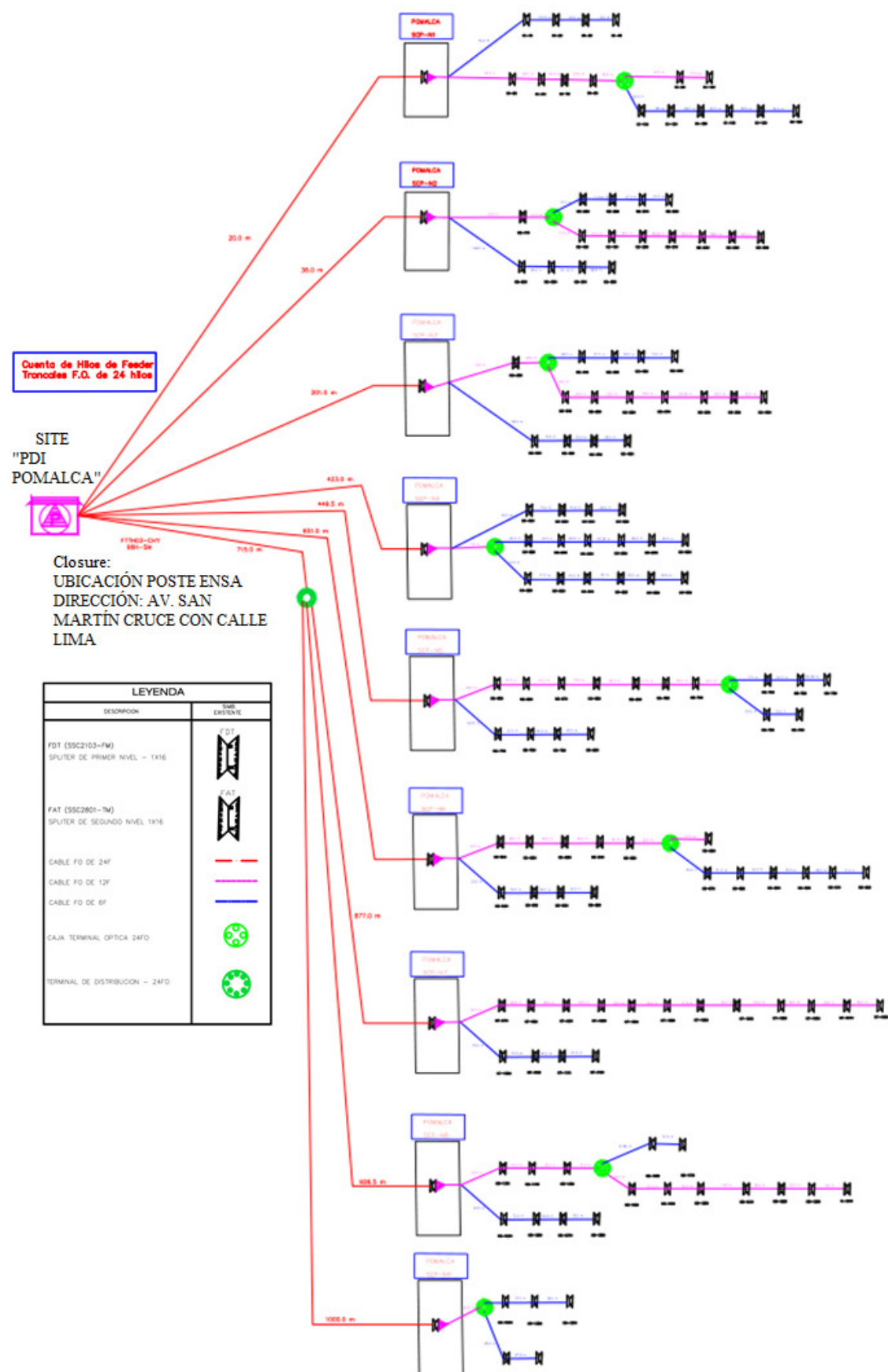


Figura 2.37

*Nodos del sector Centro Pomalca nodo 1 (SCP-N1) y nodo 2 (SCP-N2) .
Fuente [Los tesistas]*

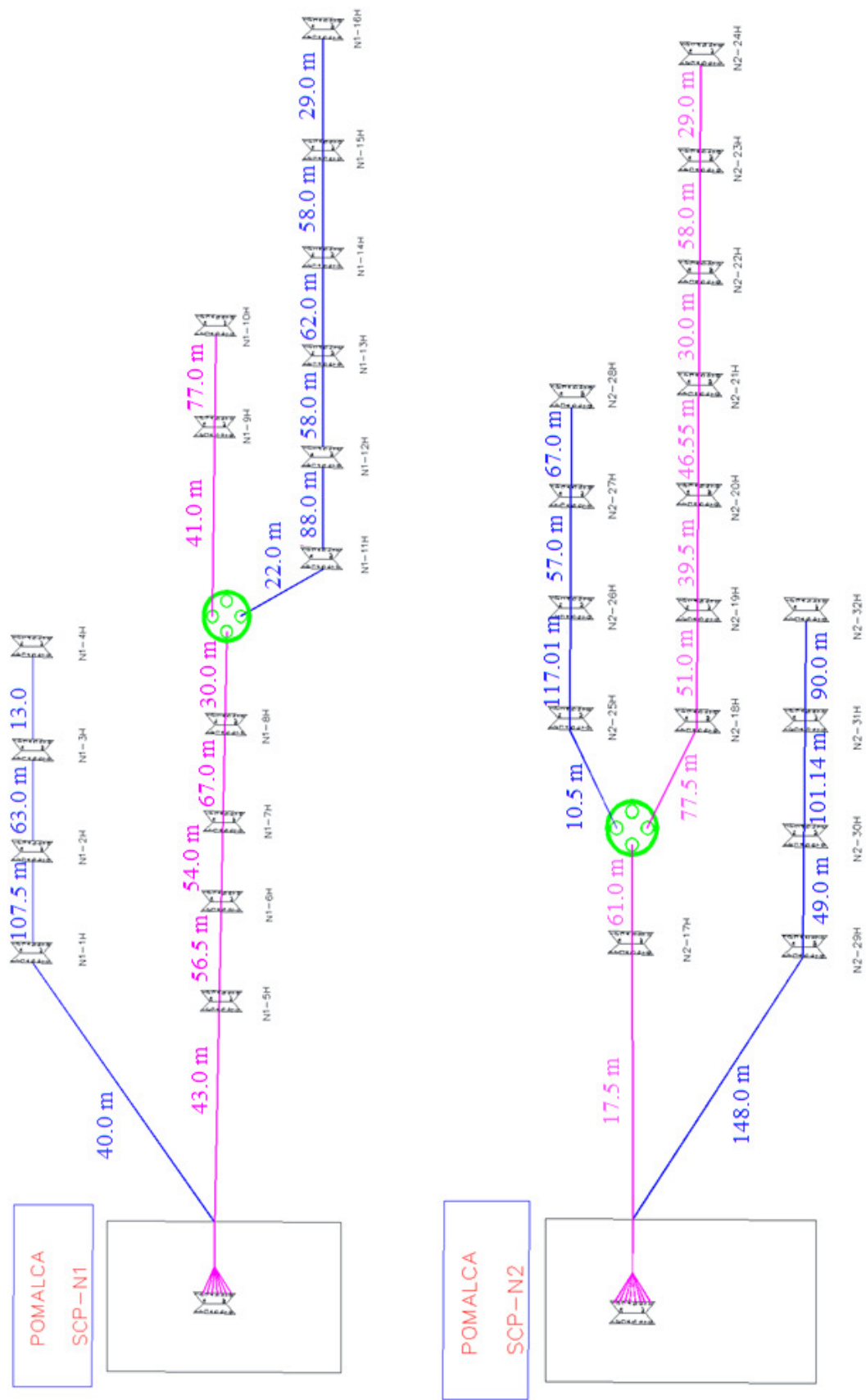


Figura 2.38

Nodos del sector Centro Pomalca nodo 3 (SCP-N3) y nodo 4 (SCP-N4).

Fuente [Los testistas]

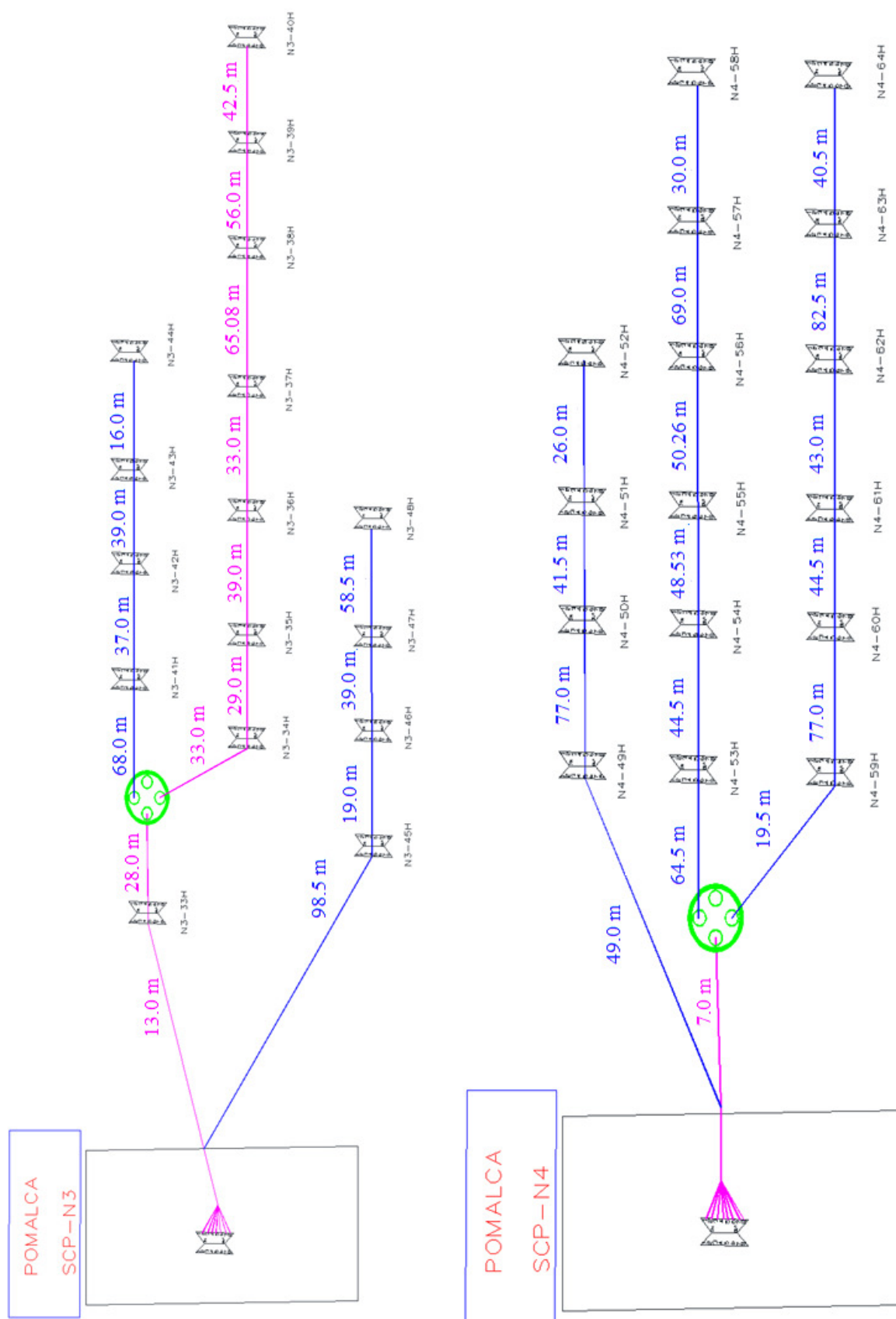


Figura 2.39

*Nodos del sector Centro Pomalca nodo 5 (SCP-N5) y nodo 6 (SCP-N6) .
Fuente [Los tesistas]*

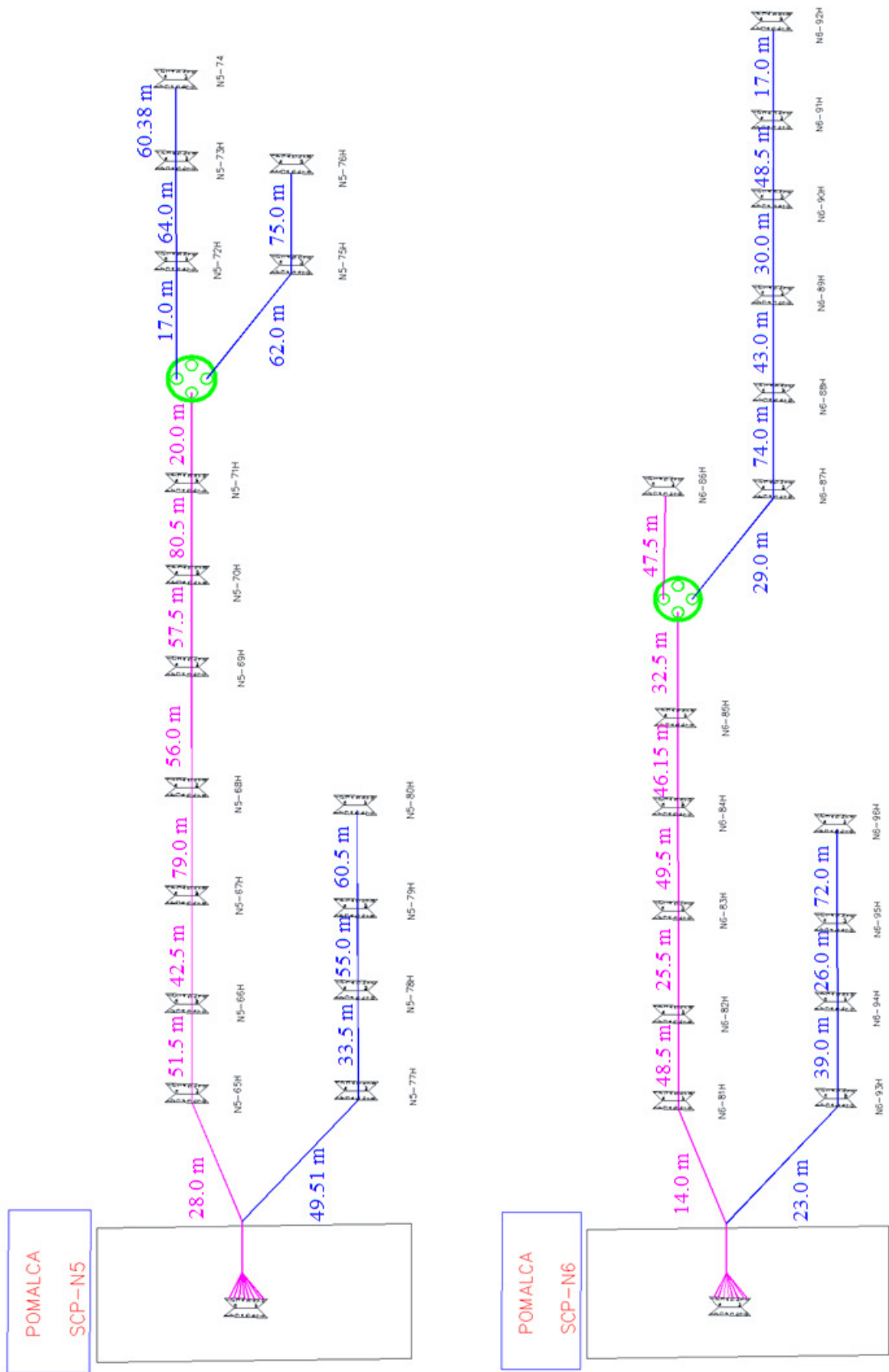


Figura 2.40

Nodos del sector Centro Pomalca nodo 7 (SCP-N7), nodo 8 (SCP-N8) y nodo 9 (SCP-N9).
Fuente [Los testistas]

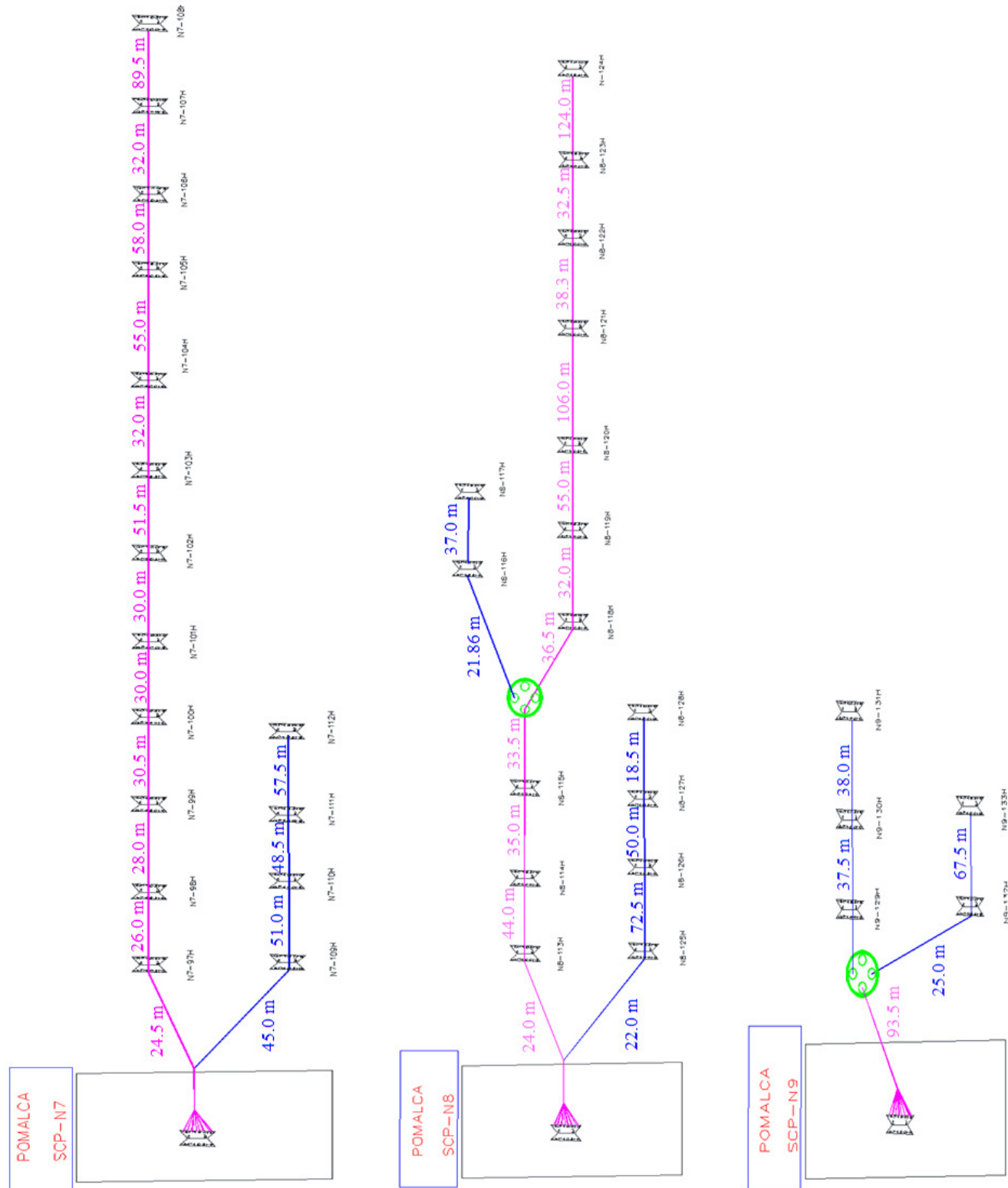
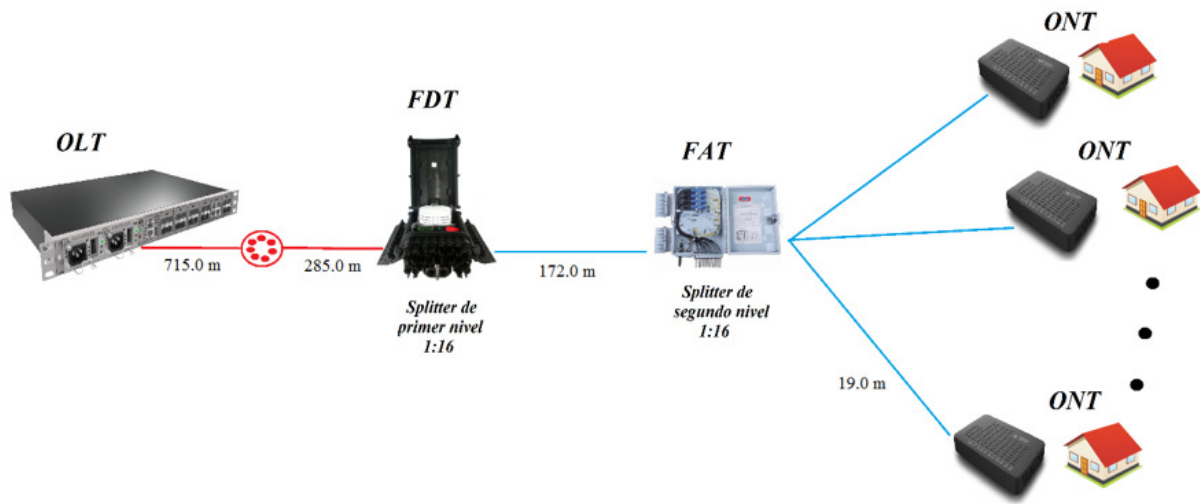


Figura 2.41

Diagrama de la red FTTH XGPON del nodo más lejano SCP-N9-133H.

Fuente [Los tesisistas]



Se seleccionó el nodo SLU-N3 para calcular la atenuación o pérdida ya que es el nodo más alejado del OLT. Calculamos la atenuación total con la siguiente fórmula:

Atenuación total = (Atenuación splitter) + (Atenuación de cable fibra) + (Atenuación de empalme) + (Atenuación de conectores)

$$\text{Atenuación total} = (14 + 14) + \left(\frac{715 + 1675 + 952 + 48}{1000} \times 0.35 \right) + (6 \times 0.1) + (1 + 0.5)$$

$$\text{Atenuación total} = 31.286 \text{ dB}$$

Donde se alcanza una atenuación total de extremo a extremo de 31.286 dB, siendo la de Clase E2 de 35 dB por lo tanto se encuentra dentro del rango de presupuesto de pérdida. (Ver figura 2.47)

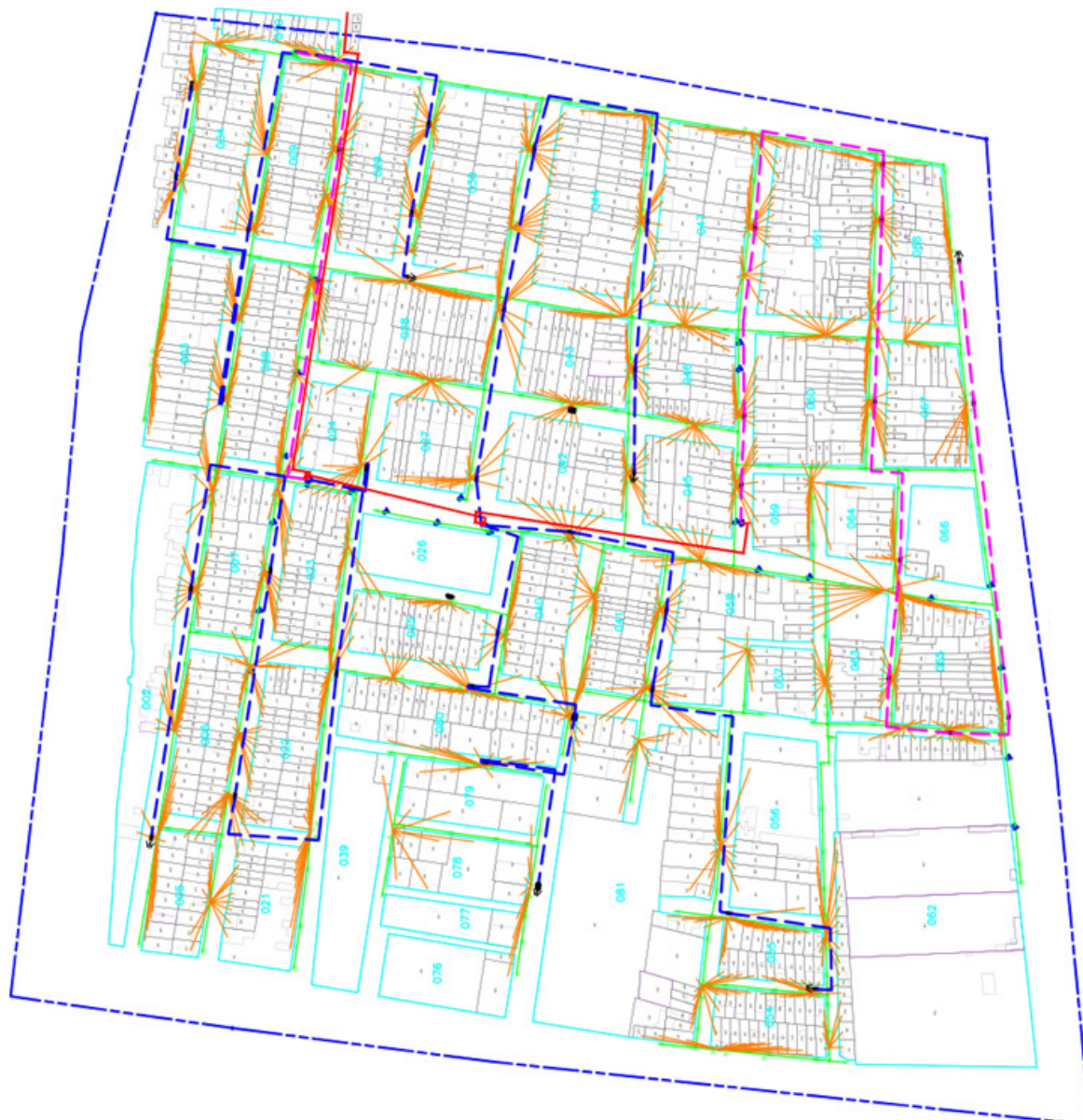
2.2.5 Materiales utilizados en el diseño de la red FTTH

OLT (OPTICAL LINE TERMINAL)

Equipo pasivo compatible con el estándar XGPON (ITU-T G.987.x), opera con un ancho de banda de 10 Gbps bajada y 2.5 Gbps subida y soporta hasta 4096 ONTs en

Figura 2.42

Diseño de la red FTTH sector La Unión. Fuente [Los testistas]



un radio de 20 km (físico) o 60 km (Lógico), cuenta con 16 puertos XGPON. (Ver figura 2.48)

FUENTE DE ALIMENTACIÓN AC PARA CONCENTRADOR ÓPTICO XGPON

Permite el uso de hasta dos fuentes de alimentación en AC o CC en modo redundancia.

Figura 2.43

Sector La Unión nodo 1(SLU-N1).Fuente [Los testistas]



Figura 2.45

*Nodos del sector La Unión nodo 1 (SLU-N1) y nodo 2 (SLU-N2) .
Fuente [Los testistas]*

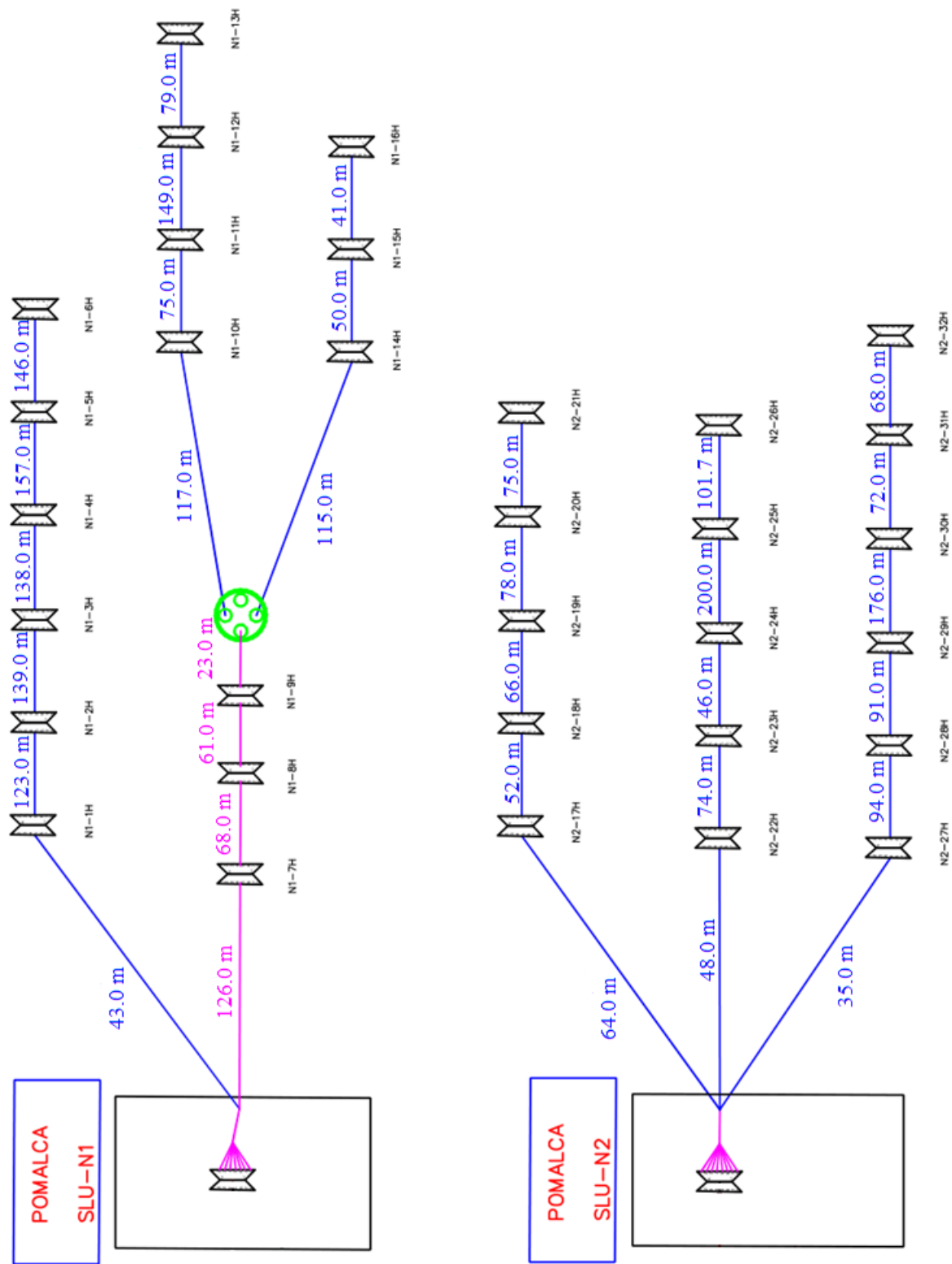


Figura 2.46

Nodos del sector La Unión nodo 3 (SLU-N3). Fuente [Los testistas]

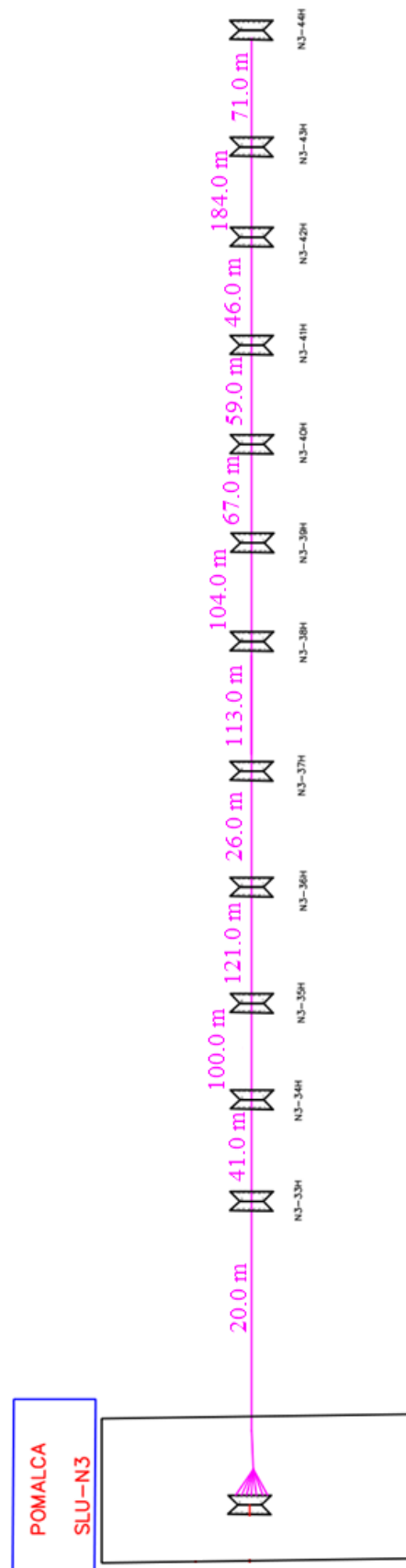


Figura 2.47

Diagrama de la red FTTH XGPON del nodo más lejano SLU-N3-42H.

Fuente [Los tesistas]

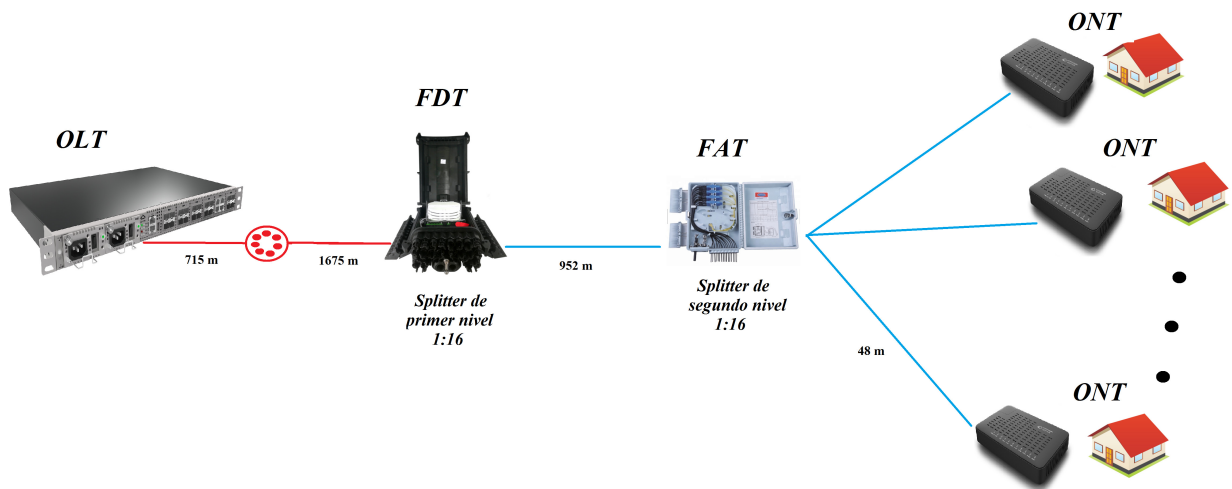


Figura 2.48

Concentrador óptico OLT Huawei XGPON SmartAX MA5800-X2.

Fuente (Alibaba, 2020)



(Ver figura 2.49)

CABLE DE ALIMENTACIÓN 1.5M ESTÁNDAR NEMA / IEC C13

Power Plug estándar NEMA / IEC C13 compatible con equipos con alimentación AC.

(Ver figura 2.50)

MÓDULO TRANSCEIVER SFP

Los Módulos Transceptores Óptico son componentes utilizados en conjunción con los

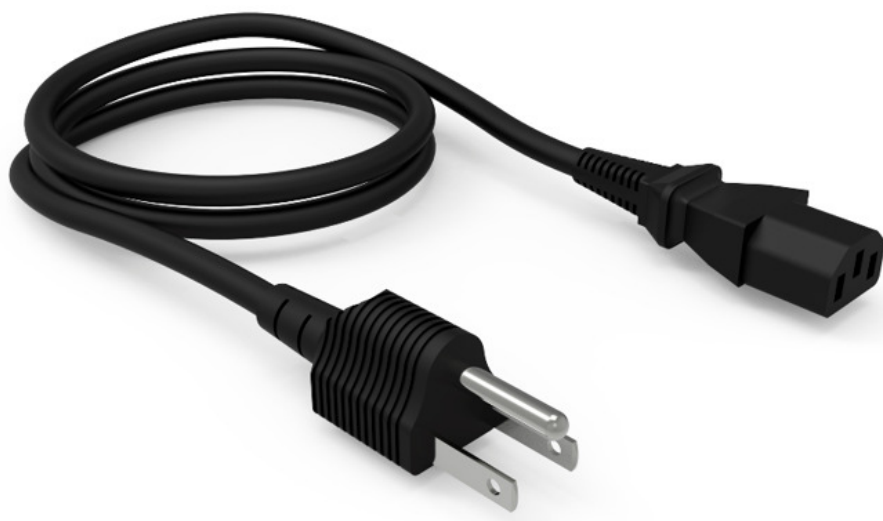
Figura 2.49

Fuente de Alimentación AC para Concentrador Óptico XGPON. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



Figura 2.50

Cable de alimentación 1.5m estándar Nema / IEC C13. Fuente [Furukawa Electric, 2020])



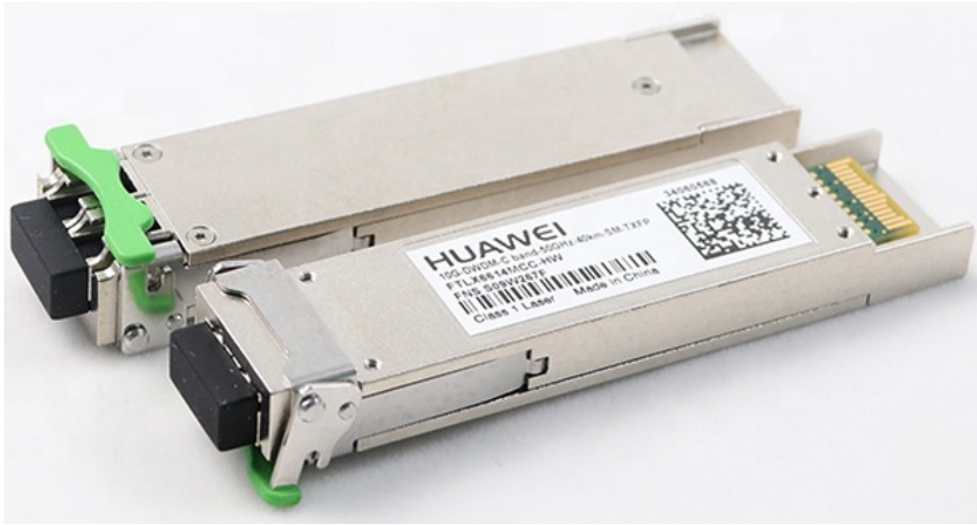
puertos ópticos PON y con las placas de Uplink de la plataforma de OLT's XGPON Huawei, actuando como moduladores/demoduladores de señales ópticas. (Ver figura 2.51)

MODEM ÓPTICO XGPON FK-ONT-G400B/POE S2

Figura 2.51

Huawei-FTLX6614MCC-10G-DWDM-C-40KM-XFP.

Fuente [Alibaba, 2020] (Alibaba, 2020)



La ONT XGPON FK-ONT-G400B/PoE S2 es un equipo terminal compatible con el estándar ITU-T G.987. Posee 4 puertos de datos Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-T compatible con Power Over Ethernet (PoE), puede proporcionar potencia y conectividad de datos en un único cable Ethernet. Soporta tasas de hasta 2.5 Gbps para subida y 10 Gbps para bajada. (Ver figura 2.52)

Figura 2.52

Modem Óptico XGPON FK-ONT-G400B/PoE S2.

Fuente [Furukawa Electric, 2020]



FUENTE DE ALIMENTACIÓN ESTÁNDAR NEMA PARA FK-ONT-G400B/PoE

Se utiliza para conversión de corriente alterna (AC) hacia corriente continua (DC), su potencia de entrada es 100-240 V y salida 54V 1.5 Amperios a 50/60 Hz. (Ver figura 2.53)

Figura 2.53

Fuente de Alimentación para FK-ONT-G400B/PoE. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



ROSETA ÓPTICA

Actúa como un punto de terminación de la red óptica utilizando conectorización directa o empalme por fusión en una extensión pre-conectorizada (pigtail). (Ver figura 2.54)

DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO

Caja de distribución interna con capacidad de 12 fibras por caja en una bandeja articulada, puede ser utilizada en redes ópticas prediales, con salidas conectorizadas. (Ver figura 2.55)

DIVISOR ÓPTICO PLC 1X16 BLI A/B G-657A NC/NC 1.5DO.9/0.6DO.9

Es constituido por una fibra de entrada y 16 fibras de salida, fibra de entrada BLI G-657a 1.5m de longitud y diámetro de 0.9mm. (Ver figura 2.56)

Figura 2.54

Roseta Óptica. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

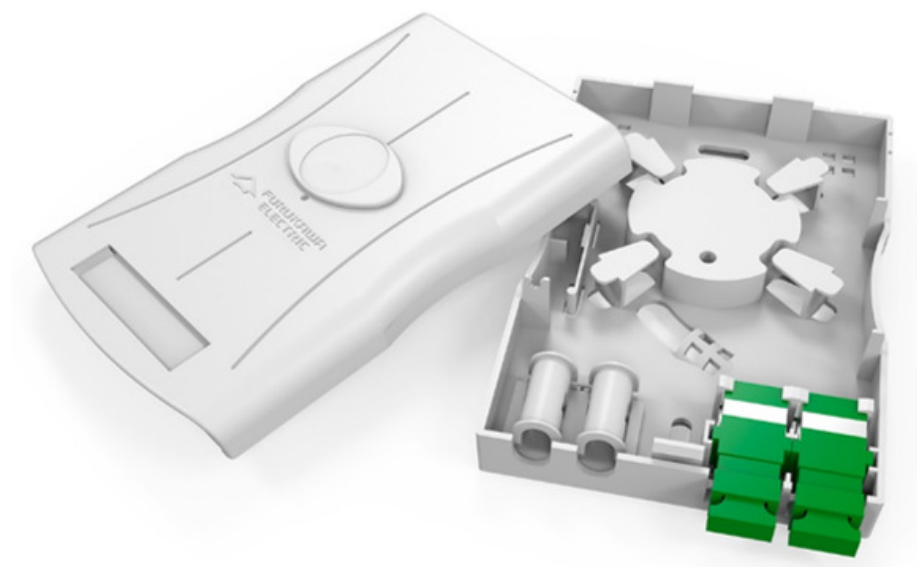


Figura 2.55

Caja de pared para conexión de fibra óptica. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



EXTENSIÓN ÓPTICA CONECTORIZADA 01F BLI A/B G-657 SC-APC 1.5M-COG-BLANCO-DO.9

La extensión óptica conectorizada consiste en dos partes principales, 1 extensión

Figura 2.56

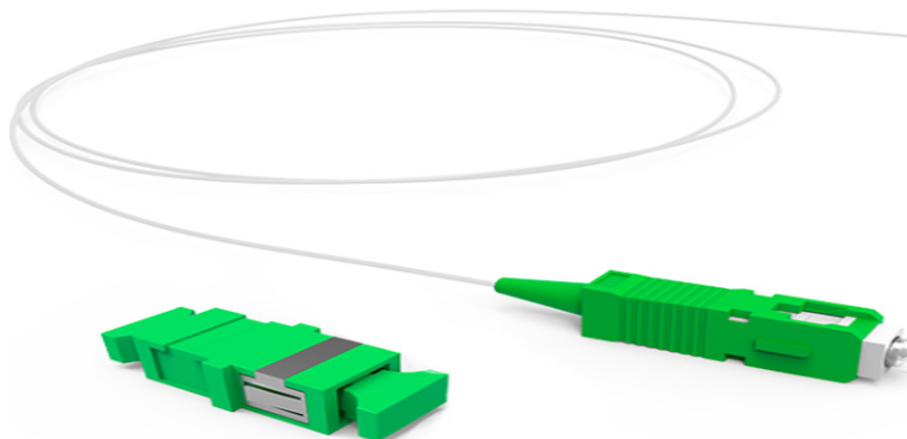
Splitter de 1 entrada y 16 salidas. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



óptica: cable óptico, monofibra, conectorizado en un extremo sc-apc; 1 adaptador óptico: acoplador sc-apc que hace la interconexión de dos conectores ópticos, del mismo tipo de extensión.(Ver figura 2.57)

Figura 2.57

Extensión óptica 01F BLI A/B G-657 SC-APC 1.5M-COG-BLANCO. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

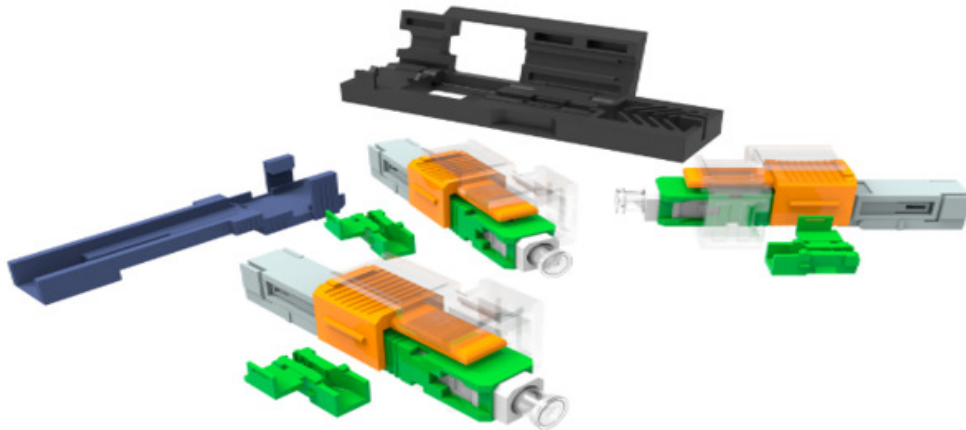


KIT DE ADAPTADORES ÓPTICOS

Están compuestos de adaptadores ópticos monofibra o dúplex, agrupados en conjuntos para cumplir 2 o 6 fibras. También son llamados acopladores ópticos ya que hacen la interconexión de dos acopladores ópticos, asegurando la correcta alineación de las férulas de los conectores y por tanto de las fibras ópticas. (Ver figura 2.58)

Figura 2.58

Conectores Ópticos. Fuente [Furukawa Electric, 2020]



CABLE ÓPTICO AT-3BE17S6-024-CMCA

Cables ópticos totalmente dieléctricos, con fibras ópticas monomodo revestidas en acrilato, ubicadas en tubos holgados rellenos, reunidos alrededor del elemento central. (Ver figura 2.59)

Figura 2.59

Cable Óptico AT-3BE17S6-024-CMCA. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

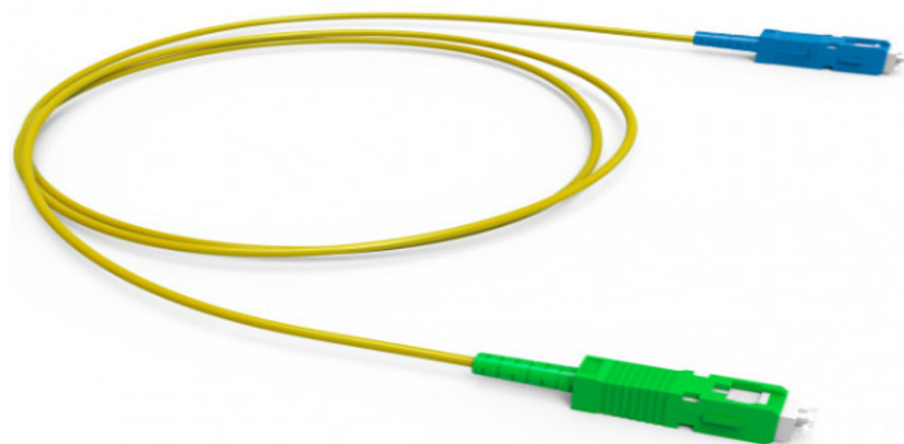


PATCH CORD ÓPTICO MONOFIBRA CONECTORIZADA SM G-652D SC-APC/SC-UPC 2.5M-LSZH-AMARILLO

Cordón óptico montado, es el cable óptico monofibra con conectores ópticos en las dos extremidades. (Ver figura 2.60)

Figura 2.60

Patch Cord Óptico SM G-652D SC-APC/SC-UPC 2.5M-COG–Amarillo. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

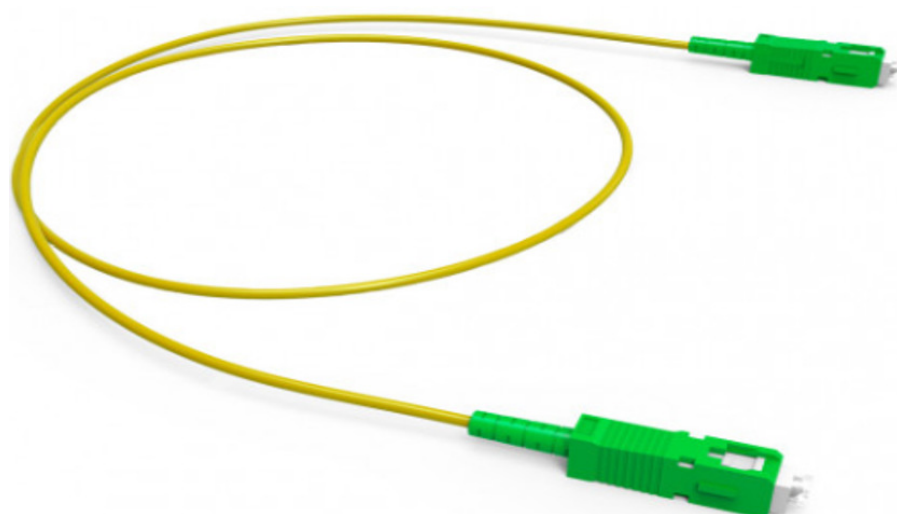


PATCH CORD ÓPTICO MONOFIBRA CONECTORIZADA SM G-652D SC-APC/SC-APC 2.5M-LSZH-AMARILLO

Cordón óptico tipo Tight Buffer monofibra: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica del tipo monomodo G-652d, con revestimiento primario en acrílico y revestimiento secundario en material termoplástico. Sobre el revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en material termoplástico no propagante de llama. (Ver figura 2.61)

Figura 2.61

Patch Cord Óptico SM G-652D SC-APC/SC-APC 2.5M – COG-Amarillo. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

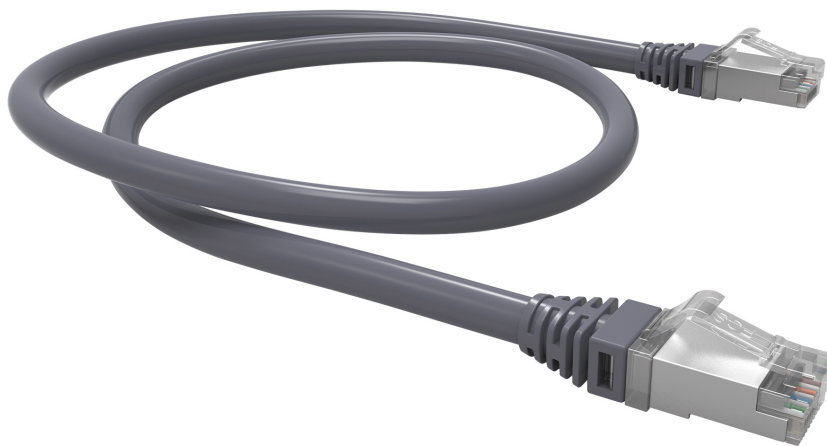


PATCH CORD F/UTP GIGALAN AUGMENTED CAT.6A LSZH 2M GRIS

Accesorio para realizar conexiones en salas de telecomunicaciones (cross-conect) y para las distribuciones de servicios en el área de trabajo. (Ver figura 2.62)

Figura 2.62

Pacth Cord UTP CAT 6A. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

**CORE SC APC PUERTO FIBRA 16-24-96 CAJA ÓPTICA DE EMPALME**

Utilizado para la transmisión directa del cable al aire libre en antena, conducto y aplicación enterrada directa, conexiones de ramificación de FTTH, tiene resistencia a la radiación ultravioleta, cable de fibra fácil y rápido de fijar y su cierre es espacioso para enrollar y almacenar fibras. (Ver figura 2.63)

CAJA DE TERMINACIÓN ÓPTICA (FAT)

Posee lugar de reserva de tubos losee, y sistema de acomodación, almacenamiento, encaminamiento y protección de fibras en ambientes completamente separados de los cables drop. Tiene dos puertos principales con capacidad de sangrado y cuatro puertos de derivación. Cierre y sellado de la caja por sistema mecánico optimizado. (ver figura 2.64)

TRANSMISOR ÓPTICO DE CATV

Transmisor óptico de CATV de 1550nm es un modelo WS-50LT marca WSEE su nivel de entrada de RF es de 78dB-90dB, su rango de frecuencia es 45-862Mhz,

Figura 2.63

Caja óptica de empalme de 16-24-96 hilos. Fuente [Furukawa Electric, 2020]

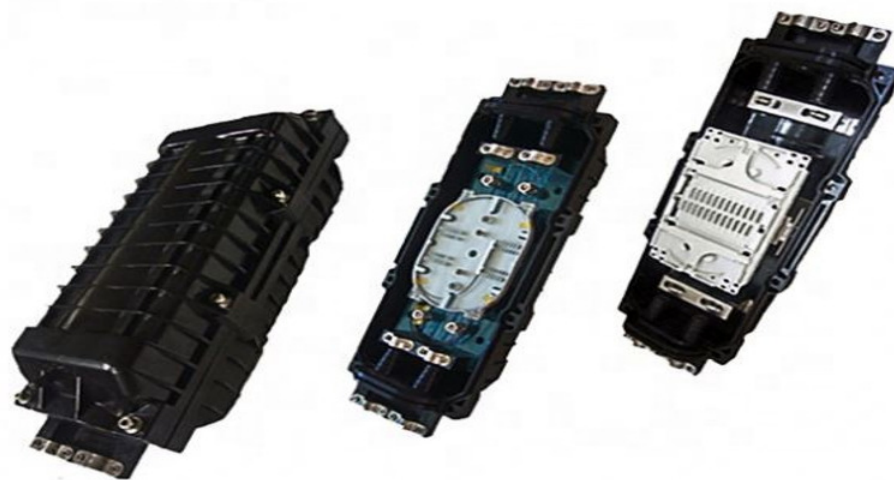


Figura 2.64

Caja de terminación óptica (FAT). Fuente [Furukawa Electric, 2020]



este transmisor se alimenta 110 a 265V/50Hz, los conectores ópticos que utiliza son FC/APC,SC/APC.

EDFA CON WDM

Amplificador CATV de 1550nm EDFA 16 puerto con WDM marca Wolck, los tipos de conectores que utiliza es SC/APC.(Ver figura 2.66)

RECEPTOR ÓPTICO CATV INTERIOR CON WDM

Receptor de nodo óptico pasivo FTTH con WDM modelo WK-860WMC marca

Figura 2.65

Transmisor óptico de CATV. Fuente [Alibaba, 2020]



Figura 2.66

Amplificador de CATV (EDFA). Fuente [Alibaba, 2020]



Wolck con pérdida de reflexión óptica de > 45 dB su potencia de entrada es de -16 a +2 dBm con una longitud de onda de entrada y salida de 1270,1577,1550 nm y 1270,1577 nm respectivamente, utiliza conectores ópticos SC/APC, SC/UPC. (Ver figura 2.67)

En el diseño de la red FTTH se ha usado los siguientes materiales para los sectores Centro Pomalca (Ver Tabla 2.8) y para el Sector La Unión (Ver Tabla 2.9) , lo cual se debe tener en cuenta que se usará un OLT para los sectores.

Figura 2.67

Receptor óptico CATV. Fuente [Alibaba, 2020]



Tabla 2.8

Materiales usados en el sector Centro de Pomalca.

Fuente [Los tesistas]

MATERIALES	CANTIDAD
OLT	1
FDT	9
FAT	133
ONT	2128
Splitter 1:16	142
Cable F.O. 24H	1000 metros
Cable F.O. 12H	2944.08 metros
Cable F.O. 6H	3796.19 metros

Tabla 2.9

Materiales usados en el sector La Unión.

Fuente [Los tesistas]

MATERIALES	CANTIDAD
FDT	3
FAT	44
ONT	704
Splitter 1:16	47
Cable F.O. 24H	2390 metros
Cable F.O. 12H	1230 metros
Cable F.O. 6H	2732.7 metros

3 Resultados

Para comprobar el diseño de la red FTTH de los sectores Centro de Pomalca y La Unión se simula el siguiente escenario que consta de 256 usuarios de los cuales, 150 tienen 70 Mbps con una simultaneidad de 4; 50 usuarios que tienen 120 Mbps con simultaneidad de 2 y 56 usuarios tienen 140 Mbps con simultaneidad de 2. (Ver tabla3.1)

Donde: BW: Ancho de Banda, N_user: Número de usuarios, Factor garantizado:0.4

Tabla 3.1

Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los testistas]

	BW	N_user	BW	N_user	BW	N_user	BW Red
	70	150	120	50	140	56	
Simultáneo	4		2		2		Total
Consumo		2625		3000		3920	9545

De los 150 usuarios con simultaneidad de 4 consumen 2625 Mbps, los 50 usuarios con simultaneidad de 2 consumen 3000 Mbps y de los 56 usuarios con simultaneidad de 2 consumen 3920 Mbps; haciendo una totalidad de 9545 Mbps de los 10 Gbps que tiene el XGPON.(Ver tabla3.2)

En el caso de que los 150 usuarios tengan simultaneidad de 1 consumen 10500 Mbps, los 50 usuarios tengan simultaneidad de 1 consumen 6000 Mbps y de los 56 usuarios con simultaneidad de 1 consumen 7840 Mbps; haciendo una totalidad de 24340 Mbps de los 10 Gbps que tiene el XGPON, se está haciendo una sobreventa de más del doble de la capacidad de la red. Para esta eventualidad se soluciona dando el factor de garantizado del

Tabla 3.2

Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los tesistas]

	BW	N_user	BW	N_user	BW	N_user	BW red
	70	150	120	50	140	56	
Simultáneo	1		1		1		Total
Consumo		10500		6000		7840	24340

40% (0.40) para cada usuario de acuerdo con su plan adquirido. (Ver tabla3.3)

Tabla 3.3

Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los tesistas]

	BW	N_user	BW	N_user	BW	N_user	BW red
0.4	28	150	48	50	56	56	
Simultáneo	1		1		1		Total
Consumo		4200		2400		3136	9736

4 Conclusiones

Se ha diseñado una Red FTTH con capacidad máxima de 10 Gbps de bajada y 2.5 Gbps de subida que asegura calidad de señal en los sectores Centro Pomalca y La Unión, la cual se ha hecho divisiones de 1:256 en todos los nodos de acuerdo al rango dinámico de los equipos, teniendo como resultado en la simulación con un escenario de 256 usuarios de los cuales 150, 50 y 56 tienen 70, 120 y 140 Mbps respectivamente garantizando capacidad de carga y descarga en los servicios triple play de acuerdo con su capacidad económica de los usuarios del distrito de Pomalca.

Se analizó la capacidad adquisitiva y la demanda mediante el uso de instrumentos estadísticos para brindar los servicios propuestos en los sectores de Centro de Pomalca y La Unión con velocidades de transmisión de 120-140 Mbps y 70–120 Mbps con precios de 60-80 y de 40-60 soles respectivamente, de acuerdo al estudio de mercado realizado a la población del distrito de Pomalca.

Se diseñó la arquitectura de red FTTH tomando como referencia los postes de baja y media tensión del servicio eléctrico propiedad de la empresa ENSA con un índice de penetración del 50% y 100% en el sector La Unión y el sector Centro de Pomalca para satisfacer la calidad de señal y servicio.

Se simuló la arquitectura diseñada mediante el uso de hojas de cálculo para verificar la calidad de señal y servicios, colocando un escenario en el peor de los casos teniendo 256 usuarios, de los cuales 150, 50 y 56 tienen 70, 120 y 140 Mbps con una simultaneidad de 4, 2 y 2 respectivamente consumiendo un total 9545 Mbps; si la simultaneidad fuera 1 para

todos, se consumen un total 24340 Mbps de los 10 Gbps disponibles, entonces para estar dentro del rango de los 10 Gbps garantizamos el 40% del paquete adquirido por lo tanto si la simultaneidad es de 1 para todos se llega a consumir 9736 Mbps de los 10Gbps de la tecnología XGPON.

5 Recomendaciones

- Adquirir un equipo OLT de puertos múltiples para que de esta manera sea fácil agregar más puertos de acuerdo a como va creciendo la demanda de usuarios para el servicio FTTH.
- Dejar fibras oscuras (fibras libres) para posibles divisiones de los nodos para que en éste pueda ser fácilmente segmentado a medida que la demanda aumente.
- Capacitar al personal de la empresa con las nuevas tecnologías para conocer el uso correcto de los equipos y materiales, la limpieza y mantenimiento.
- Capacitar a los encargados de la adquisición de los materiales y equipos sobre comercio exterior para la compra de los productos mediante empresas distribuidoras como Alibaba, Furukawa, Huawei, etc., para el despliegue de nuevas tecnologías como XGPON.
- La empresa que brinde el servicio de Triple Play va adquiriendo los equipos y materiales de manera progresiva a medida que va creciendo la demanda.

Índice de Figuras

2.1	Diagrama de Flujo. Fuente [Los Tesistas]	9
2.2	Cable de Fibra Óptica. Fuente [Los Tesistas]	10
2.3	Fibra Monomodo. Fuente [Antonio Cruces Rodríguez, 2016]	11
2.4	Fibra Multimodo. Fuente [Antonio Cruces Rodríguez, 2016]	11
2.5	Fiber to the X. Fuente [Oscar de la Cuesta, 2016]	12
2.6	Esquema de fiber to the home. Fuente (Los tesistas)	14
2.7	Esquema de una red PON. Fuente [Chiquero, 2017]	15
2.8	Módulos OLT. Fuente [Chiquero, 2017]	17
2.9	Esquema de Terminal de Red Óptica (ONT). Fuente [Josán, 2017]	18
2.10	Ejemplo de ubicación de RITS, RITI o RITU. Fuente [Castillo, 2019]	19
2.11	Símbolos más usados de para Splitter. Fuente [Farmer et al., 2016]	19
2.12	Conectores Estándar o conectores SC. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	20
2.13	Conector FC (Ferrule Connector). Fuente [Rodríguez, 2016]	21
2.14	Longitud de Onda (nm) vs Pérdida (dB). Fuente [Hood, 2012]	24
2.15	División por sectores del distrito de Pomalca. Fuente [Los tesistas]	27
2.16	Servicios con los que cuentan actualmente el sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	28
2.17	Operadores que brindan los servicios en sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	29
2.18	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	29
2.19	Servicios con los que cuenta actualmente el sector 20 de Enero. Fuente [Los tesistas]	30

2.20	Operadores que brindan los servicios en el sector 20 de Enero. Fuente [Los tesistas]	30
2.21	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector 20 de Enero. Fuente [Los tesistas]	31
2.22	Servicios con los que cuentan el sector San Juan. Fuente [Los tesistas]	31
2.23	Operadores que brindan los servicios en el sector San Juan. Fuente [Los tesistas]	32
2.24	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector San Juan. Fuente [Los tesistas]	32
2.25	Servicios con los que cuentan los usuarios del sector Centro Pomalca. Fuente [Los tesistas]	33
2.26	Operadores que brindan los servicios en el sector Centro de Pomalca. Fuente [Los tesistas]	33
2.27	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Centro Pomalca. Fuente [Los tesistas]	34
2.28	Servicios con los que cuentan actualmente el sector Miraflores. Fuente [Los tesistas]	34
2.29	Operadores que proporcionan sus servicios en el sector Miraflores. Fuente [Los tesistas]	35
2.30	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Miraflores. Fuente [Los tesistas]	35
2.31	Servicios con los que cuentan en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon). Fuente [Los tesistas]	36
2.32	Operadores que brindan servicios en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon). Fuente [Los tesistas]	37
2.33	Velocidad de transmisión que el usuario está dispuesto adquirir y qué tarifa desea pagar en el sector Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon). Fuente [Los tesistas]	37
2.34	Diseño de la red FTTH sector Centro de Pomalca. Fuente [Los tesistas]	40
2.35	Sector Centro Pomalca nodo 3 (SCP-N3). Fuente [Los tesistas]	41
2.36	Unifilar Sector Centro Pomalca. Fuente [Los tesistas]	43
2.37	Nodos del sector Centro Pomalca nodo 1 (SCP-N1) y nodo 2 (SCP-N2) . Fuente [Los tesistas]	44

2.38	Nodos del sector Centro Pomalca nodo 3 (SCP-N3) y nodo 4 (SCP-N4) . Fuente [Los tesistas]	45
2.39	Nodos del sector Centro Pomalca nodo 5 (SCP-N5) y nodo 6 (SCP-N6) . Fuente [Los tesistas]	46
2.40	Nodos del sector Centro Pomalca nodo 7 (SCP-N7), nodo 8 (SCP-N8) y nodo 9 (SCP-N9). Fuente [Los tesistas]	47
2.41	Diagrama de la red FTTH XGPON del nodo más lejano SCP-N9-133H. Fuente [Los tesistas]	48
2.42	Diseño de la red FTTH sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	49
2.43	Sector La Unión nodo 1(SLU-N1).Fuente [Los tesistas]	50
2.44	Unifilar sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	51
2.45	Nodos del sector La Unión nodo 1 (SLU-N1) y nodo 2 (SLU-N2) . Fuente [Los tesistas]	52
2.46	Nodos del sector La Unión nodo 3 (SLU-N3). Fuente [Los tesistas]	53
2.47	Diagrama de la red FTTH XGPON del nodo más lejano SLU-N3-42H. Fuente [Los tesistas]	54
2.48	Concentrador óptico OLT Huawei XGPON SmartAX MA5800-X2. Fuente (Alibaba, 2020)	54
2.49	Fuente de Alimentación AC para Concentrador Óptico XGPON. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	55
2.50	Cable de alimentación 1.5m estándar Nema / IEC C13. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	55
2.51	Huawei-FTLX6614MCC-10G-DWDM-C-40KM-XFP. Fuente [Alibaba, 2020] (Alibaba, 2020)	56
2.52	Modem Óptico XGPON FK-ONT-G400B/PoE S2. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	56
2.53	Fuente de Alimentación para FK-ONT-G400B/PoE. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	57
2.54	Roseta Óptica. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	58
2.55	Caja de pared para conexión de fibra óptica. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	58
2.56	Splitter de 1 entrada y 16 salidas. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	59
2.57	Extensión óptica 01F BLI A/B G-657 SC-APC 1.5M-COG-BLANCO. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	59
2.58	Conectores Ópticos. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	60
2.59	Cable Óptico AT-3BE17S6-024-CMCA. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	60

2.60	Patch Cord Óptico SM G-652D SC-APC/SC-UPC 2.5M-COG–Amarillo. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	61
2.61	Patch Cord Óptico SM G-652D SC-APC/SC-APC 2.5M – COG-Amarillo. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	61
2.62	Pacth Cord UTP CAT 6A. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	62
2.63	Caja óptica de empalme de 16-24-96 hilos. Fuente [Furukawa Electric, 2020]	63
2.64	Caja de terminación óptica (FAT). Fuente [Furukawa Electric, 2020]	63
2.65	Transmisor óptico de CATV. Fuente [Alibaba, 2020]	64
2.66	Amplificador de CATV (EDFA). Fuente [Alibaba, 2020]	64
2.67	Receptor óptico CATV. Fuente [Alibaba, 2020]	65

Índice de Tablas

2.1	Rangos de Atenuación Óptica GPON. Fuente [Gorshe et al., 2014]	22
2.2	Clases ópticas más comunes en GPON. Fuente [Farmer et al., 2016]	22
2.3	Valores de tecnología PON. Fuente [Hood, 2012]	23
2.4	Clases Ópticas XG-PON. Fuente[Farmer et al., 2016]	24
2.5	Variable de Interés. Fuente [Los tesistas]	25
2.6	Sectores del distrito Pomalca. Fuente (Los tesistas)	26
2.7	Velocidad de Transmisión a considerar para el despliegue de la red FTTH. Fuente [Los tesistas]	38
2.8	Materiales usados en el sector Centro de Pomalca. Fuente [Los tesistas]	65
2.9	Materiales usados en el sector La Unión. Fuente [Los tesistas]	65
3.1	Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los tesistas]	67
3.2	Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los tesistas]	68
3.3	Escenario de simulación de 256 usuarios. Fuente [Los tesistas]	68

Bibliografía

- [Alibaba, 2020] Alibaba (2020). Alibaba.com: Manufacturers, suppliers, exporters & importers from the world's largest online b2b marketplace.
- [Alibaba, 2020] Alibaba (2020). Huawei Ftlx6614mcc 10g Dwdm-c 40km Xfp 34060568 Fiber Optical Module - Buy Fiber Optical Module,10g Xfp Fiber Optical Module,Ftlx6614mcc 10g Xfp Fiber Optical Module Product on Alibaba.com.
- [Alonso et al.,] Alonso, C. G. M., Rafael, S. F., Francisco, M. P., Gabriel, D. O., Elio, S. R., Miguel, S. P. V., Javier, S. B., María, F. A. J., Pau, M. C., Gregorio, Y. C. J., Perfecto, M. E., Ángel, D. G. M., and Ricardo, M. B. *COMUNICACIONES INDUSTRIALES: PRINCIPIOS BÁSICOS*. Editorial UNED. Google-Books-ID: 5y8kDwAAQBAJ.
- [Antonio Cruces Rodríguez, 2016] Antonio Cruces Rodríguez (2016). Fibra óptica | IRIS.
- [Bacusoy et al., 2018] Bacusoy, J. J. T., Lino, E. A. M., Hernández, M. M. O., and Lino, Y. B. M. (2018). *SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO CON TECNOLOGÍA MIKROTIK Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS EN EL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN JIPIJAPA*. 3Ciencias. Google-Books-ID: WcxjDwAAQBAJ.
- [Bitel, 2019] Bitel (2019). Internet casa.
- [Burgos and Pio, 2017] Burgos, C. and Pio, J. (2017). Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estandar GPON para la empresa AMITEL s.a.c, puno.

- [Carranza and Yosmin, 2017] Carranza, V. and Yosmin, E. (2017). Análisis comparativo de los sistemas HFC y FTTH en base a sus capacidades de transmisión de datos en una red triple PLAY, caso de estudio: CIUDAD TRUJILLO.
- [Castillo, 2019] Castillo, J. C. M. (2019). *FPB - Instalaciones de telecomunicaciones (2019)*. Editex. Google-Books-ID: N4mXDwAAQBAJ.
- [Chiquero, 2015] Chiquero, G. B. (2015). *UF1872 - Implantación y configuración de pasarelas*. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: yblWDwAAQBAJ.
- [Chiquero, 2016] Chiquero, G. B. (2016). *UF1870 - Desarrollo del proyecto de la red telemática*. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: 8blWDwAAQBAJ.
- [Chiquero, 2017] Chiquero, G. B. (2017). *UF1863 - Instalación y configuración de dispositivos y servicios de conectividad asociados*. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: SbpWDwAAQBAJ.
- [Claro, 2019] Claro (2019). Consulta nuestra cobertura fija para personas.
- [Elías and Laiphen, 2016] Elías, P. and Laiphen, M. (2016). Diseño de una red de transporte de fibra óptica y de acceso inalámbrico para mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y lograr la conectividad integral de la provincia de bagua.
- [Farmer et al., 2016] Farmer, J., Lane, B., Bourg, K., and Wang, W. (2016). *FTTx Networks: Technology Implementation and Operation*. Morgan Kaufmann.
- [Fernández López, 2018] Fernández López, I. (2018). Diseño de una red de fibra óptica FTTH para un bloque de edificios.
- [Furukawa Electric, 2020] Furukawa Electric (2020). Furukawa electric LatAm | creando soluciones completas para empresas y personas.
- [González, 2007] González, I. G. (2007). *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios: instalaciones electrotécnicas*. Editorial Paraninfo.

- [Gorshe et al., 2014] Gorshe, S., Raghavan, A., Starr, T., and Galli, S. (2014). *Broadband Access: Wireline and Wireless - Alternatives for Internet Services*. John Wiley & Sons. Google-Books-ID: YgrtAgAAQBAJ.
- [Guarachi G. and Yujra T., 2016] Guarachi G., G. A. and Yujra T., J. N. T. (2016). Diseño de una red de fibra óptica de banda ancha para el sector de mayor demanda de ciudad satélite” caso: Telecel s. a.
- [Hood, 2012] Hood, D. (2012). *Gigabit-capable Passive Optical Networks*. John Wiley & Sons. Google-Books-ID: 7BPQR11A1UMC.
- [INEI, 2017] INEI (2017). INEI - REDATAM CENSOS 2017.
- [Infobae, 2016] Infobae (2016). El ranking de los países con la internet más rápida y el triste lugar de américa latina.
- [Josan, 2017] Josan, M. (2017). Cómo funciona una conexión de fibra. GPON y FTTH.
- [Kazovsky et al., 2011] Kazovsky, L. G., Cheng, N., Shaw, W.-T., Gutierrez, D., and Wong, S.-W. (2011). *Broadband Optical Access Networks*. Wiley. Google-Books-ID: 8TovKcD-MokkC.
- [Lam, 2011] Lam, C. F. (2011). *Passive Optical Networks: Principles and Practice*. Elsevier. Google-Books-ID: DSO5CVBuhKEC.
- [Manuel and Flores, 2018] Manuel, W. and Flores, T. (2018). Diseño de un sistema de telecomunicaciones basado en fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones en la ciudad universitaria de la universidad nacional santiago antúnez de mayolo, huaraz 2016.
- [Movistar, 2019] Movistar (2019). Cobertura internet | movistar.
- [Moya, 2014] Moya, J. M. H. (2014). *Telecomunicaciones. Tecnologías, Redes y Servicios. 2ª edición actualizada*. Grupo Editorial RA-MA.
- [Nobbot, 2017] Nobbot (2017). Corea del sur: un viaje al futuro de las telecomunicaciones.

[Oscar de la Cuesta, 2016] Oscar de la Cuesta (2016). Monográfico de fibra Óptica. del fuego a casa.

[Osiptel, 2019] Osiptel (2019). Internet fijo - OSIPTEL.

[Peruano, 2018] Peruano, E. S. d. D. O. E. (2018). ECONÓMIKA | diario oficial el peruano.

[Rivera and Leandro, 2018] Rivera, V. and Leandro, B. (2018). Diseño y simulación de una red GPON para ofrecer el servicio de triple play en el sector de san antonio de ibarra para la CNT-EP.

[Rodriguez, 2016] Rodriguez (2016). Tipos de conectores de fibra óptica - fibropti-cahoy.com.

Glosario

B

BANDA ANCHA: Capacidad del enlace que se puede enviar en bits por segundo.

C

CALIDAD DE SERVICIO: Rendimiento promedio de la red.

F

FAT: Terminal de Acceso a la fibra.

FDT: Terminal de Distribución de fibra.

FIBRA OPTICA: Medio de transmisión más rápido empleado hasta el momento, fibra de vidrio a través de las cuales se transmite la información en forma de luz.

FTTB: Fibra hasta el edificio.

FTTH: Fibra óptica hasta el hogar.

G

GPON: Gigabit PON.

I

ISP: Proveedor de servicios de Internet.

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

N

NODO: Punto de intersección de conexión de red.

O

ODN: Medio de transmisión óptico para la conexión física de las ONT o las OLT.

OLT: Dispositivo óptico activo ubicado en la central del proveedor y que se conecta mediante fibra. Su función principal es la de hacer de router para gestionar el tráfico demandado por los abonados.

ONT/ONU: Dispositivo ubicado en el domicilio del cliente capaz de recibir y filtrar la información recibida por el OLT.

OVERBOOKING: Sobreventa.

P

PON: Red Óptica Pasiva.

R

RTC: Red telefónica conmutada.

RITI: Recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior.

RITS: Recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior.

RITU: Recinto de instalaciones de telecomunicaciones único.

S

SPLITTER: Divisor de señales.

T

TDM: Acceso múltiple por división de tiempo.

THROUGHPUT: Es la capacidad efectiva de transferencia de datos sobre el enlace que fluye por un sistema.

TRIPLE PLAY: Internet, Telefonía y Cable.

V

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN: Es el número de bits por segundo que es capaz de transmitir.

VoIP: Telefonía de Voz sobre IP.

W

WDM: Multiplexación por división de longitud de onda.

X

XG-PON: 10 Gigabit PON.

Anexos

The image is a horizontal composition of two screenshots from different applications. The left screenshot shows the Gmail mobile app interface. At the top, there's a search bar with the text "Buscar correo". Below it are navigation icons: back, forward, trash, archive, compose, and settings. A red banner at the bottom indicates "Recibidos 15.652". Below this are folders like Destacados, Pospuestos, Importantes, Enviados, Borradores, Categorías, Archivo, and Más. The right screenshot shows a LinkedIn profile page for Teodoro Martínez Inoñán. It includes his profile picture, name, headline ("Consultor, Experto en Gestión Pública Descentralizada y Proyectos de Desarrollo - Docente Universitario. Tutor BID, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo"), contact information, and social media links. There are also buttons for "View my profile on LinkedIn" and "Create your own email signature".

ENCUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO PARA RED FTTH PARA IMPLEMENTAR BANDA ANCHA EN EL DISTRITO DE POMALCA.

INTRODUCCION:

Buenos días/tardes, nos encontramos realizando una encuesta acerca del estudio de mercado con el fin de brindar el servicio de Triple Play a las viviendas del distrito de Pomalca con el propósito de mejorar los sistemas de accesos a las telecomunicaciones. Le agradecemos su atención.

1.1. Edad

Marca solo un óvalo

- ☐ 18-20 años
- ☐ 21-25 años
- ☐ 26-30 años
- ☐ 31-50 años
- ☐ + 50 años

1.2.Grado de instrucción

Marca solo un óvalo

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☐ Superior técnico
- ☐ Superior universitario

1.3.Ingreso familiar mensual

Marca solo un óvalo

- ☐ 0 – 930 soles
- ☐ 931 – 1,200 soles
- ☐ 1,201 – 1,800 soles
- ☐ 1,801 – 2,000 soles
- ☐ 2,001 – 2,500 soles
- ☐ 2,501 - 3,000 soles
- ☐ + de 3000 soles

1.4. Tipo de vivienda

Marca solo un óvalo

- ☐ Propia
- ☐ Alquilada
- ☐ Multifamiliar

1.5. Sector de ubicación de vivienda

Marca solo el óvalo

- ☐ La Unión
- ☐ 20 de Enero
- ☐ San Juan
- ☐ Centro de Pomalca
- ☐ Miraflores
- ☐ Otros (Lino, 9 de Octubre, Los Ceibos, Torres Belon)

1.6.1. Número de personas en el hogar

1.6.2. Número de personas que estudian en el hogar

1.7. Actividad económica principal

Marca solo un óvalo

- ☐ Dependiente
- ☐ Independiente

ENCUESTA

2.1. ¿Posee algunos de estos servicios en su hogar?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ a) CATV
- ☐ b) Internet
- ☐ c) Telefonía fija
- ☐ a y b
- ☐ b y c
- ☐ Todos
- ☐ Ningún servicio

2.2. ¿los servicios mencionados anteriormente de qué operador son?

Marca solo un óvalo

- ☐ Movistar
- ☐ Claro
- ☐ Entel
- ☐ Bitel
- ☐ Otros (DirecTV, Best Cable, etc.)

2.3. ¿Se encuentra satisfecho con la calidad que le brinda su operador?

Marca solo un óvalo

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Regular

2.4. ¿Si tiene problemas con el servicio, en cuanto tiempo la empresa lo soluciona?

Marca solo un óvalo

- ☐ 1 – 2 días
- ☐ 3 – 4 días
- ☐ 5 – 6 días
- ☐ 1 semana
- ☐ Más tiempo

2.5. ¿Cuánto paga por su servicio?

Marca solo un óvalo

- ☐ 30 – 40 soles
- ☐ 50 – 60 soles
- ☐ 70 – 80 soles
- ☐ 80 – 100 soles
- ☐ Más de 100 soles

2.6. ¿Le gustaría contar don uno o más de estos servicios con mejor calidad y velocidad de transmisión a un menor o igual precio?

Marca solo un óvalo

- ☐ Si
- ☐ No

2.7.¿Conoce qué es la fibra óptica?

Marca solo un óvalo

- ☐ Si
☐ No

2.8.¿Le gustaría que la fibra óptica llegue hasta su vivienda?

Marca solo un óvalo

- ☐ Si
☐ No

2.9.¿le gustaría tener dos o los tres servicios a través se fibra óptica?

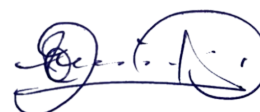
Marca solo un óvalo

- ☐ Si
☐ No

2.10. ¿Cuánto de velocidad de transmisión de internet desea? y ¿Cuánto está dispuesto a pagar?

Seleccione solo una casilla

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN / COSTO	50-70 Mbps	70-120 Mbps	120-140 Mbps	140-160 Mbps	160-200 Mbps
20-40 soles					
40-60 soles					
60-80 soles					
80-110 soles					
Más de 110 soles					



Revisado por
Teodoro Martínez Inoñán, Econ.
CELAM 088

COSTOS Y PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	SUB- TOTAL (\$)
1	CONCENTRADOR ÓPTICO OLT XGPON SMARTAX MA5800-X2	1	2500.00	2500.00
2	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA CONCENTRADOR ÓPTICO XGPON SMARTAX MA5800-X2	1	421.85	421.85
3	CABLE DE ALIMENTACIÓN 1.5M ESTÁNDAR NEMA/IE C13	1	16.46	16.46
4	MODULO TRANSCEIVER SFP	1	114.00	114.00
5	MODEM ÓPTICO XGPON FK- ONT-G400B/POE S2	2832	30.00	84960.00
6	ROSETA ÓPTICA 2P 4X2	2832	3.14	8892.48
7	DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO	100	5.60	560.00
8	DIVISOR ÓPTICO PLC 1X16 BLI A/B G-657A NC/NC 1.5DO.9/0.60.9	189	16.69	3154.41
9	EXTENSIÓN ÓPTICA CONECTORIZADA 01F BLI A/B G-657 SC-APC 1.5M- COG-BLANCO-D0.9	25	2.80	70.00
10	KIT DE ADAPTADORES ÓPTICOS	20	2.32	46.40
11	CABLE ÓPTICO AT-3BE17S6- 024-CMCA	4000 mts	1.00	4000.00
12	CABLE ÓPTICO AT-3BE17S6- 012-CMCA	5000 mts	1.00	5000.00
13	CABLE ÓPTICO AT-3BE17S6- 006-CMCA	7000 mts	1.00	7000.00
14	PATCH CORD OPTICO MONOFIBRA CONECTORIZADA SM G- 652D SC-APC/SC-UPC 2.5M- LSZH-AMARILLO	1	7.24	7.24
15	PATCH CORD OPTICO MONOFIBRA CONECTORIZADA SM G- 652D SC-APC/SC-APC 2.5M- LSZH-AMARILLO	24	7.27	174.48

16	PATCH CORD F/UTP GIGALAN AUGMENTED CAT.6A LSZH 2M GRIS	26	8.00	208.00
17	CORE SC APC PUERTO FIBRA 16-24-96 CAJA OPTICA DE EMPALME	12	13.00	156.00
18	CAJA DE TERMINACIÓN ÓPTICA FAT	177	8.80	1557.6
19	TRANSMISOR ÓPTICO DE CATV	1	2000.00	2000.00
20	EDFA CON WDM	1	1800.00	1800.00
21	RECEPTOR OPTICO CATV INTERIOR CON WDM	2832	15.00	42480.00
				165118.92
TOTAL				

SmartAX MA5800

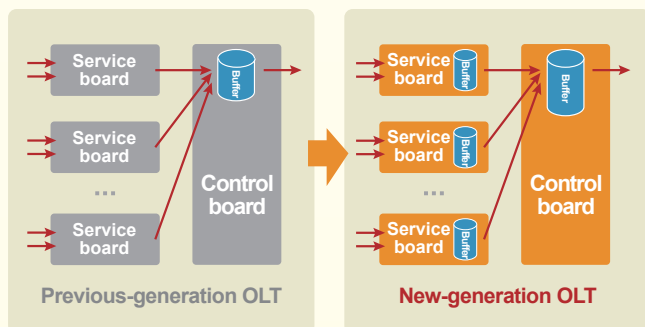
Full-service Virtualized OLT

Building a convergence access network that is green, ultra-broadband, and intelligent

- The MA5800 series multi-service access device is the first OLT in the industry with distributed architecture. Developed using virtual access technology, it provides a unified carrying platform for multiple services, such as broadband, wireless, video, and monitoring.
- The MA5800 provides GPON, XG-PON, XGS-PON, GE, and 10GE access, and supports POL, FTTH, FTTB, FTTC, and D-CCAP network construction modes. It carries all services over one fiber network, simplifying network architecture and reducing OPEX.
- The MA5800 supports capacities for large, medium, and small products, meeting requirements in different scenarios.

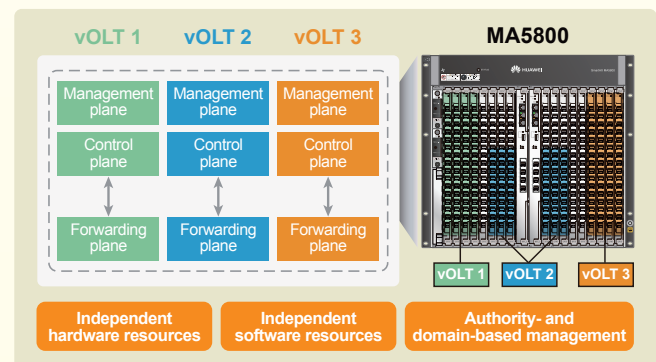
Distributed Architecture

Service processing, previously centered on the control board, is now distributed to every service board. The system switching capacity and performance are improved, with the throughput of a single slot reaching up to 200 Gbit/s. This ensures smooth services and supports faster HD video startup and channel zapping.



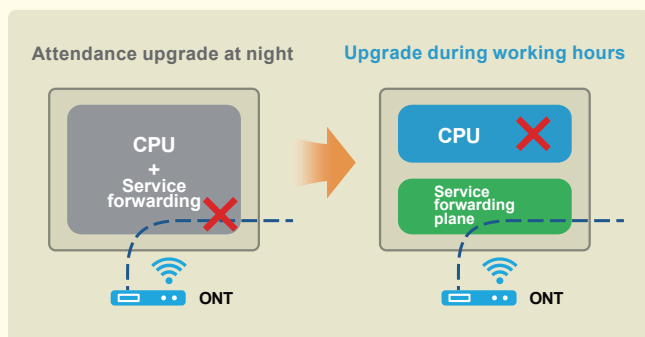
Virtualized Access Network

Through the virtual extensible local area network (VxLAN), a physical OLT is virtualized to multiple OLTs. Each of these OLTs can be configured and managed separately. Management can be performed by levels or by domains, with the OLTs sharing the same physical network.



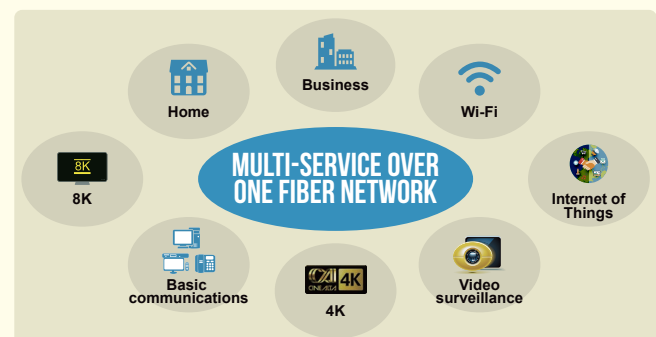
ISSU

In distributed architecture, control and forwarding are isolated, ensuring that services are not interrupted during device upgrades. This also reduces user complaints. Devices can even be upgraded during working hours.



Integrated Multiple Access Technologies





Supports PON and P2P access, and carries all services over one fiber network, simplifying network architecture and reducing investments.



High Reliability

Type B/Type C dual-homing implements remote disaster recovery backup protection by configuring two control boards and two power boards for redundancy backup. Additionally, multiple uplinks are configured for protection.

Product Specification

Product Indicator	 MA5800-X17 11 U (height), 21 inch (width)	 MA5800-X15 11 U (height), 19 inch (width)	 MA5800-X7 6 U (height), 19 inch (width)	 MA5800-X2 2 U (height), 19 inch (width)
Control board switching capacity	7 Tbit/s			480 Gbit/s
Maximum bandwidth per slot	200 Gbit/s			80 Gbit/s
Number of concurrent 4K video users	16000		8000	2000
Power supply mode	DC power supply (dual for backup)			· DC power supply (dual for backup) · AC power supply + battery
Rated voltage	-48V/-60V			· DC power supply: -48 V/-60 V · AC power supply: 110 V/220 V
Ambient temperature	-40°C to +65°C* (normal operation) Minimum startup temperature: -25°C			*65°C indicates the temperature of the air intake vent of the service subrack.
GPON ports XG-PON ports	16*17 = 272	16*15 = 240	16*7 = 112	16*2 = 32
XGS-PON ports	8*17 = 136	8*15 = 120	8*7 = 56	8*2 = 16
GE/10GE upstream ports (control board for upstream transmission)	4*2 = 8	4*2 = 8	4*2 = 8	4*2 = 8
GE/10GE upstream ports (upstream board for upstream transmission)	8*17 = 136	8*15 = 120	8*7 = 56	8*2 = 16

Why Huawei

Huawei MA5800 full-service distributed OLT provides ultra-broadband, stable, and reliable service experience for home and enterprise users. It carries all services over one fiber network, avoiding repeated network construction, simplifying networks, and reducing O&M difficulty. Huawei, as a leader in the optical access field, ranked first in PON and NG GPON market share for several consecutive years. 82% of global top 50 carriers choose Huawei's optical access solution. Huawei is dedicated to build one efficient, simple, and ultra-broadband access network, improving customers' service experience.

More

MA5800:

<http://e.huawei.com/en/products/fixed-network/access/olt/MA5800>

Access products:

<http://e.huawei.com/en/products/fixed-network/access>

Huawei products:

<http://support.huawei.com/enterprise>



MA5800



Access Products



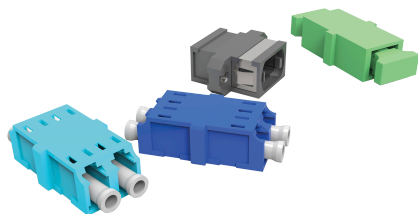
Huawei Enterprise Support

Copyright © Huawei Technologies Co.,Ltd. 2017. All rights reserved.

General disclaimer

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. there are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

<http://www.huawei.com>



KIT DE ADAPTADORES ÓPTICOS



Descripción

Los kits están compuestos de adaptadores ópticos, monofibra o dúplex, normalmente agrupados en conjuntos para cumplir 2 o 6 fibras.

Los adaptadores, también llamados acopladores ópticos, hacen la interconexión de dos adaptadores ópticos, asegurando la correcta alineación de las ferrulas de los conectores y por lo tanto las fibras ópticas.

Ventajas

- Recomendado para utilización en ambientes internos para terminación de cables ópticos dentro de los distribuidores ópticos, en los sistemas de bajas pérdidas y alta banda pasante, como: sistemas de larga distancia, redes principales, distribución y transmisión de datos y vídeo;
- Supera los requisitos de desempeño del estándar EIA/TIA-568-C.3;
- Atiende aplicaciones conforme estándares IEEE 802.3 (Gigabit y 10 Gigabit Ethernet) y ANSI T11.2 (Fibre Channel) ⁽²⁾
- Disponible para los principales conectores ópticos;
- Disponible para fibras monomodo y multimodo;
- Disponible para conectores pulimento PC y APC.

Ambiente de Instalación

Interno

Ambiente de Operación

No Agresivo

Temperatura de operación (°C)

-25°C a 75°C

Pérdida de Inserción (dB)

LC, SC, ST, E2000 y FC -> 0.15 - 0.3 dB (Max)
MPO ->0.5dB (Max)

Pérdida de Retorno

TIPO DE CONECTOR	PULIDO	FIBRA	PERDIDA DE RETORNO - MODULO	CLASE (NBR 14433)
LC, SC, ST y FC	UPC	MM	>30	A
LC, SC, ST y FC	UPC	SM	>50	C
LC, SC, E2000 y FC	APC	SM	>60	D
MPO	APC	SM	>50	
MPO	UPC	MM	>20	



FUENTE DE ALIMENTACIÓN AC PARA OLT STANDALONE G4S / G8S



Descripción Fuente de alimentación de AC para concentrador óptico GPON standalone, utilizado en redes FTTx (FTTx). Cada concentrador óptico permite el uso de hasta dos fuentes de alimentación (con CA o CC) en modo de redundancia.

Tipo del producto Equipo

Características Generales

	Min	Máx	
Temperatura de Operación	0	50	°C
Temperatura de Almacenamiento	-40	70	°C
Humedad relativa de Operación	0%	90%	Sem condensação
Potência		70	Watts
Alimentación	AC full range (100-240V,50/60Hz)		

- Fuentes hot-swappable;
- LEDs indicativos;
- Protección contra surtos de $\pm 4\text{kV}$

Garantía Garantía de 1 año

Huawei-FTLX6614MCC-10G-DWDM-C-40KM-XFP

Visión general

Banda de 11300Mb/s-C 50GHz espaciado 80 canales de longitud de onda óptica ajustable-LC-40km (SMF)
FTLX6614MCC-HW
Paquete a granel
Aplicar a la placa lateral WDM de [la línea Huawei OSN8800](#), típicamente NS2, ND2, NQ2, NO2

Especificaciones técnicas

Especificaciones del módulo óptico enchufable del lado WDM (longitudes de onda ajustables)	
Parámetro	Valor
Tipo de módulo óptico	10 Gbit/s Multirate 40km XFP
Formato de código de línea	Nrz
Tipo de fuente óptica	Slm
Distancia de transmisión objetivo	40 km (24.9 mi.)
Especificaciones del parámetro del transmisor en el punto S	
Rango de longitud de onda de funcionamiento (nm)	1530 a 1565
Potencia media máxima lanzada (dBm)	2
Potencia mínima media lanzada (dBm)	-1
Relación mínima de extinción (dB)	8.2
Relación mínima de supresión del modo lateral	30
Máscara de patrón de ojos	Compatible con G.959.1
Especificaciones del parámetro del receptor en el punto R	
Tipo de receptor	anclar
Rango de longitud de onda de funcionamiento (nm)	1260 a 1605
Sensibilidad del receptor, EOL (FEC encendido)(dBm)	-14
Sobrecarga mínima del receptor (dBm)	-1



MODEM OPTICO GPON **FK-ONT-G400B/PoE S2**



Tipo del producto	Equipo
Descripción	La ONT GPON FK-ONT-G400B/PoE S2 es un equipo terminal compatible con el estándar ITU-T G.984. Posee 4 puertos de datos Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-T compatible con Power over Ethernet (PoE), puede proporcionar potencia y conectividad de datos en un único cable Ethernet. Soporta tasas de hasta 1,25Gbps para upstream y 2.5Gbps para downstream.
Función	Gerencia <ul style="list-style-type: none"> • Estándar compatible con interfaz OMCI como definido por la ITU-T G.984.4 y G.983.2 • Manipulación de MIB por medio de OMCI por Create, Delete, Set, Get, Get Next Commands • Aprovisionamiento de todos los servicios • Alarmas y informes de AVC (Application Visibility and Control), monitoreo del desempeño. • Download remoto de imagen de software por medio de OMCI, además de activación y rebooting • Mantiene dos conjuntos de imagen de software, para comprobación de integridad y rollback automático

Layer 2

- Autonegociación de puerto Ethernet o configuración manual
- Detección automática de MDI/MDIX
- Colas de prioridad, basadas en Hardware, en la dirección de downstream en soporte a CoS
- 802.1D bridging
- Switch virtual basado en 802.1q VLAN
- Hasta 1024 direcciones MAC y 32 grupos VLAN
- VLAN tagging/detagging por puerto Ethernet
- VLAN stacking y VLAN Translation
- IP ToS/DSCP para mapeamiento 802.1p
- Clase de servicio basado en VLAN-ID, 802.1p bit, ToS/DSCP (prioridad estricta solamente para upstream)
- Marking/remarking de 802.1p
- Limitador de direcciones MAC
- Scheduling controlado de prioridad y tasas

Multicast

- IGMP Snooping
- Limitador de taxa Broadcast/Multicast

QoS

- Totalmente compatible con ITU- G.984
- Múltiplos T-CONTs por dispositivo
- Múltiplas GEM Ports por dispositivo
- Soporta modo Single TCONT o modo Multiple TCONTs
- Mapeamiento flexible entre GEM Ports y TCONT
- Forward Error Correction (FEC)
- Soporte para Multicast GEM Port
- Activación con descubrimiento automático SN y contraseña en conformidad con ITU-T G.984.3

Power over Ethernet(PoE)

- Compatible con IEEE 802.3af 3,1-2003 y 802.3at-draft 3.1
- Power Sourcing Equipment (PSE)
- Detección estándar de dispositivos PD
- Classe de energia pre-asignados: 0 a 5
- Auto-negociación de modo de alimentación
- Algoritmo de administración de energía mejorada
- Potencia máxima de cada puerto Ethernet: 28 Watts
- Potencia máxima suministrada por la ONT: 80 Watts

Características Generales

- Permite aplicaciones en sistemas IP convergentes;
- Permite la conexión de 4 puertos de datos con soporte PoE (Power over Ethernet);
- Permite la configuración de VLAN en cada puerto;
- Cuenta con entrada óptica protegida.
- Potencia Óptica de Transmisión: 0,5dBm ~ +5dBm
- Potencia Óptica de Recepción: -8dBm ~ -27dBm

Ambiente de Instalación

Interno

Especificaciones de la interfaz

Puerta WAN	1 Uplink GPON (SC-APC)
Servicio	4 Puertas Gigabit Ethernet 10/100/1000 BASE-T (RJ-45)

Características Dimensionales

Dimensiones (Ancho x Alto x Largo): 130mm x 40mm x 209mm

Especificaciones ambientales

Temperatura de Operación	-5°C hasta 40°C
humedad de operación	5% hasta 90% sin condensación
Alimentación ¹	Entrada do adaptador AC: 100-240 VAC, 50/60Hz
	Entrada DC 54V, 1.5A
	Entrada UPS 8-pines con supervisión de la batería



DIO BW12 (DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO - ODF)



Descripción	<p>El BW12 tiene como principales características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de terminación de cables ópticos por conectorización en campo o empalmes; • Capacidad para terminación de hasta 12 empalmes en una bandeja articulada reversible; • Tiene las siguientes opciones de acceso: <ol style="list-style-type: none"> 1. Placa de adaptadores hasta 12 SC o LC-dúplex. 2. Placa de adaptadores hasta 12 FC o ST. 3. Placas ciegas para utilizar el producto como bloque óptico, sin necesidad de adaptadores.
Aplicación	<p>El BW12 es utilizado como punto de terminación de fibras ópticas en los pisos de edificios en ambiente interno.</p> <p>Puede ser instalado en riel DIN se la base es comprada separadamente.</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser instalado en cualquiera superficie plana vertical o horizontal o rack de 19" o 23"; • Contiene elemento de fijación de los elementos de tracción (aramida); • Permite la instalación con extensiones conectorizadas o splitters de tipo PLC (1x2, 1x4 e 1x8); <p>Observación: Las extensiones ópticas conectorizadas deben ser adquiridas por separado.</p>
Ambiente de Instalación	Interno
Ambiente de Operación	Interno
Temperatura de operación (°C)	-25 hasta 75°C
Grado de Flamabilidad	UL-94-V0
Altura (mm)	155
Ancho (mm)	130
Profundidad (mm)	52
Tipo de cable	Tight buffer, loose tube, micro módulo.

Diámetro máximo del cable de entrada (mm) 14

Tipo de conector

- SC
- LC
- FC
- ST

Diámetro de cable de salida (mm) Hasta 12 cables con diámetro: 3x2 o 2x1,6

Tipo de la Fibra Monomodo; Multimodo.

Índice de Protección IP30

Material del cuerpo del producto PC+ABS, material termoplástico

Protección de impacto IK05

Cantidad por caja (gift) 1

Soporte para empalmes Altura: 6 hasta 6,5 mm; Ancho: 3 hasta 3,8 mm; Profundidad: 40 mm;

Color Gris.

Identificación Identificación para la gestión de las fibras en la parte interna de la tapa.

Peso (Kg) 0,446

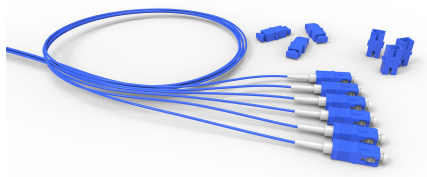
Cantidad de Adaptadores 12

Cantidad de Bandejas de Empalme 1

Cantidad de Empalmes 12

Cantidad de posiciones 12

Cantidad por caja (carton) 20



EXTENSIÓN CONECTORIZADA

ÓPTICA



Descripción

La Extensión Óptica Conectorizada consiste de dos partes principales:

- Extensión Óptica: cable óptico, monofibra o dúplex, conectorizado en un extremo;
- Adaptador Óptico: acoplador que hace la interconexión de dos conectores ópticos, del mismo tipo de la extensión.

Ventajas

- Recomendado para utilización en ambientes internos para terminación de cables ópticos dentro de los distribuidores ópticos, en los sistemas de bajas pérdidas y alta banda pasante, como: sistemas de larga distancia, redes principales, distribución y transmisión de datos y vídeo;
- Supera los requisitos de desempeño del estándar EIA/TIA-568-C.3;
- Atiende aplicaciones conforme estándares IEEE 802.3 (Gigabit y 10 Gigabit Ethernet) y ANSI T11.2 (Fibre Channel);
- Montado y testado 100% en fábrica;
- Alto desempeño en pérdida de inserción y pérdida de retorno;
- Disponible para los principales conectores ópticos;
- Disponible en fibras monomodo y multimodo;
- Disponible en pulimento PC y APC.

Ambiente de Instalación

Interno

Ambiente de Operación

No agresivo

Temperatura de operación (°C)

-25°C a 75°C

Diámetro nominal (mm)

0.9 mm o 2.0 mm

Longitud

1,5m

Color

	TIA 598 C			ABNT		
Fibra	D 0.9	D 2.0	D 3.0	D 0.9	D 2.0	D 3.0
Monomodo Standard (G.652)	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Azul	Azul	Azul
Monomodo (G657)	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco

Multimodo OM1 (62,5µm)	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja
Multimodo OM2 (50µm)	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Multimodo OM3 (50µm)	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua
Multimodo OM4 (50µm)	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua	Acqua

Tipo de cable

Cable Óptico Monofibra: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica do tipo multimodo o monomodo, donde a fibra pose revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico (Tight Buffer). Sobre lo revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en PVC no propagante à llama.

Cable Óptico Duplex Zip-cord: totalmente dieléctrico constituido por dos fibras ópticas do tipo multimodo o monomodo, donde cada fibra pose revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico (Tight Buffer). Sobre lo revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en PVC non propagante à llama. Los dos cordones monofibra paralelos son unidos durante lo proceso de capa.

Elemento Óptico: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica do tipo multimodo o monomodo, donde a fibra pose revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico (Tight Buffer).

Tipo de conector
LC

- Conector do tipo SFF "push-pull"
- Cuerpo plástico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento Plano (UPC) y Angular (APC)
- Color de los conectores: SM-PC es Azul, SM - APC es Verde y MM-PC es Beige
- Opción con clip removible para LC duplex
- Cordón duplex montado TX-RX paralelo

SC

- Conector do tipo "push-pull"
- Cuerpo plástico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento Plano (UPC) y Angular (APC)
- Color de los conectores: SM-PC es Azul, SM - APC es Verde y MM-PC es Beige

ST

- Conector do tipo pino guía (BNC)
- Cuerpo metálico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento Plano (UPC)

CABLE POWERGUIDE® TTH



Construcción

Dieléctrico
Núcleo seco protegido con materiales hinchables
Tubos Loose
SM y NZD

Descripción

Cables ópticos totalmente dieléctricos, con fibras ópticas monomodo revestidas en acrilato, ubicadas en tubos holgados rellenos, reunidos alrededor del elemento central. El núcleo del cable será protegido con materiales hinchables. Este conjunto es reforzado con hilaturas de aramida y recubierto con una cubierta exterior de material termoplástico de color negro.

Aplicación

Los cables de fibras ópticas cubiertos por esta especificación se aplican para instalaciones aéreas autosoportadas

para instalaciones aéreas autoportadas						
	VANOS MÁXIMOS (metros)					
Condiciones referenciales (*)	NESC LIGHT		NESC MEDIUM		NESC HEAVY	
	Flecha mínima					
<u>Descripción del cable</u>	1,00 %	1,50 %	1,00 %	1,50 %	1,00 %	1,50 %
AT-3BE17S6-006-CMCA	186,7	211,7	121,1	131,6	72,7	76,8
AT-3BE17S6-012-CMCA	185,9	211,7	121,1	131,3	72,7	76,8

AT-3BE17S6-018-CMCA	185,2	210,9	120,7	131,3	72,7	76,8
AT-3BE17S6-024-CMCA	185,2	210,9	120,7	131,3	72,7	76,8
AT-3BE17S6-030-CMCA	184,4	210,2	120,3	131,3	72,5	76,8

(*) Referencia:

	Velocidad máxima de viento		Espesor manguito de hielo
NESC LIGHT	95,5 km/h	26,5 m/s	0 mm
NESC MEDIUM	63,6 km/h	17,7 m/s	6,35 mm
NESC HEAVY	63,6 km/h	17,7 m/s	12,7 mm

Para otras condiciones consultar documento Sag&Tension del cable

Norma

Requisitos aplicables de las normas:

- ITU-T G.652 "Standard for non-dispersion shifted single-mode fiber";
- ITU-T G.655 "Standard for non-zero dispersion-shifted single-mode optical fiber";
- IEEE P1222 "Performance and Testing Standard for All-Dielectric, Self-Supporting (ADSS) Optical Fiber Cable"
- ANSI/ICEA S-87-640 "Standard for Optical Fiber Outside Plant Communications Cable";
- Telcordia GR-20 CORE Issue 2 "Generic Requirements for Optical Fiber and Optical Fiber Cable";
- ANSI/TIA/EIA 598-D "Optical Fiber Cable Color Coding";
- IEC-60794-1 "Standard | fibre optics | Optical fibre cables".

Fibra Óptica

Fibras ópticas tipo monomodo ITU-T G652D o NZD ITU-T G655, con recubrimiento en acrílico curado por UV.

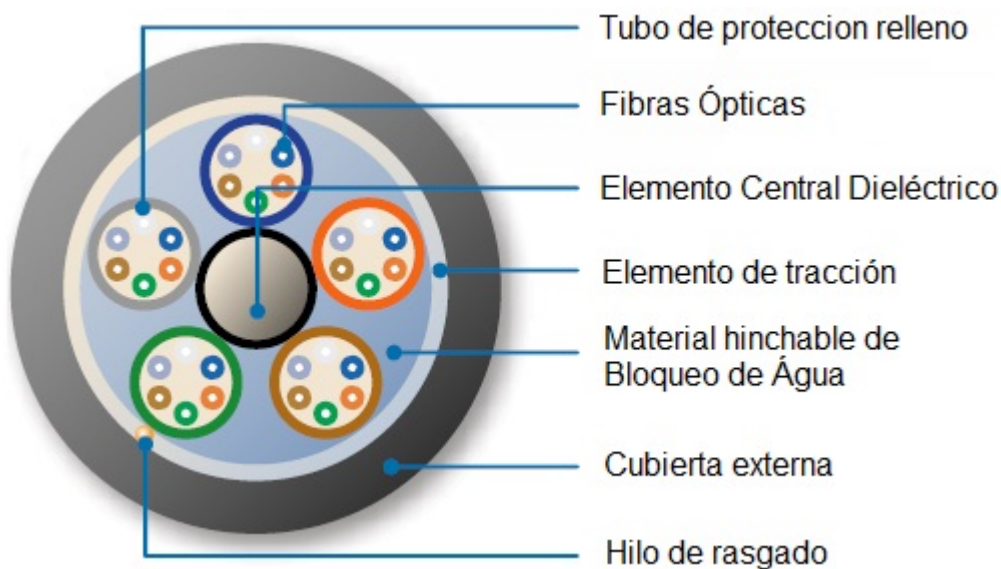
Formación del Núcleo

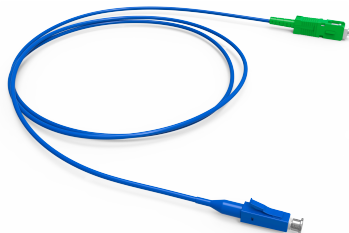
	Cantidad Total de Fibras en el cable		
Cantidad de Tubos Holgados	<u>Construcción 02</u> <u>Fibras por Tubo</u>	<u>Construcción 04</u> <u>Fibras por Tubo</u>	<u>Construcción 06</u> <u>Fibras por Tubo</u>
<u>01</u>	02F	04F	06F
<u>02</u>	04F	08F	12F
<u>03</u>	06F	12F	18F
<u>04</u>	08F	16F	24F
<u>05</u>	10F	20F	30F

Cubierta Externa

Material termoplástico de color negro con protección contra intemperie y resistente a la luz solar. El recubrimiento exterior deberá ser de Polietileno (PE). El cordón de rasgado debe ser incluido debajo de la cubierta externa.

Sección Transversal





PATCH CORD ÓPTICO MONOFIBRA



Descripción	Cordón óptico montado, es el cable óptico monofibra con conectores ópticos en las dos extremidades.		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Recomendado para utilización en ambientes internos en la interconexión de distribuidores ópticos con equipamientos de red en sistemas ópticos de bajas pérdidas y alta banda pasante, como: sistemas de larga distancia, redes principales, distribución y transmisión de datos y vídeo; - Supera los requisitos de desempeño del estándar ANSI/TIA-568-C.3; - Atiende aplicaciones conforme estándares IEEE 802.3 (Gigabit y 10 Gigabit Ethernet), ANSI T11.2 (Fibre Channel) y ITU-T-G-984; - Montado y testado 100% en fábrica; - Alto desempeño en pérdida de inserción y pérdida de retorno; - Disponible en fibras monomodo y multimodo. 		
Ambiente de Instalación	Interno		
Ambiente de Operación	No agresivo		
Temperatura de operación (°C)	-25°C a 75°C		
Diámetro nominal (mm)	2.0mm o 3.0mm		
Longitud	1.0m, 1.5m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 5.0m, 8.0m, 10.0m, 12.0m, 15.0m, 20.0m, 25.0m, 30.0m, 35.0m, 40.0m y 50.0m * Longitudes adicionales disponible bajo consulta.		
Color	Fibra	TIA 568 - C	ABNT
	Monomodo Standard (G.652B)	Amarillo	Azul
	Monomodo LWP (G.652D)	Amarillo	Azul
	Monomodo NZD (G.655/G.656)	Amarillo	Azul
	Monomodo (G657)	Blanco o Amarillo	Blanco o Azul
	Multimodo OM1 (62,5µm)	Naranja	Naranja
	Multimodo OM2 (50µm)	Naranja	Amarillo
	Multimodo OM3 (50µm)	Acqua	Acqua
	Multimodo OM4 (50µm)	Acqua	Acqua
Tipo de cable	Cordón Óptico Tight Monofibra: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica del tipo multimodo o monomodo, con revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material		

termoplástico. Sobre el revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en material termoplástico no propagante a la llama.

Tipo de conector

- LC
- SC
- ST
- FC
- E-2000

Para mayor información, por favor consulte: **ET03770 - Desempeño de Conectores Ópticos

Tipo de la Fibra

- Monomodo Standard G.652B (9.0µm)
- Monomodo LWP G.652D (9.0µm)
- Monomodo G.657-A (9.0µm)
- Monomodo G.657-B (9.0µm)
- Monomodo NZD G.655 (9.0µm)
- Multimodo OM1 (62.5µm)
- Multimodo OM2 (50.0µm)
- Multimodo OM3 (50.0µm)
- Multimodo OM4 (50.0µm)

Tipo de Pulido

- PC (UPC) - Fibras Multimodo y Monomodo
- APC - Fibras Monomodo

**Grado de
Flamabilidad**

- COG - Cable Óptico General (Equivalente OFN)
- LSZH - Low Smoke and Zero Halogen*

**Carga Máxima
Permisible (N)** 100N

Curva Mínima (mm) Radio Mínimo de Curvatura: 50 mm

**Tracción de Rotura
Mínima (N)**

- 200 N - Cordón Monofibra



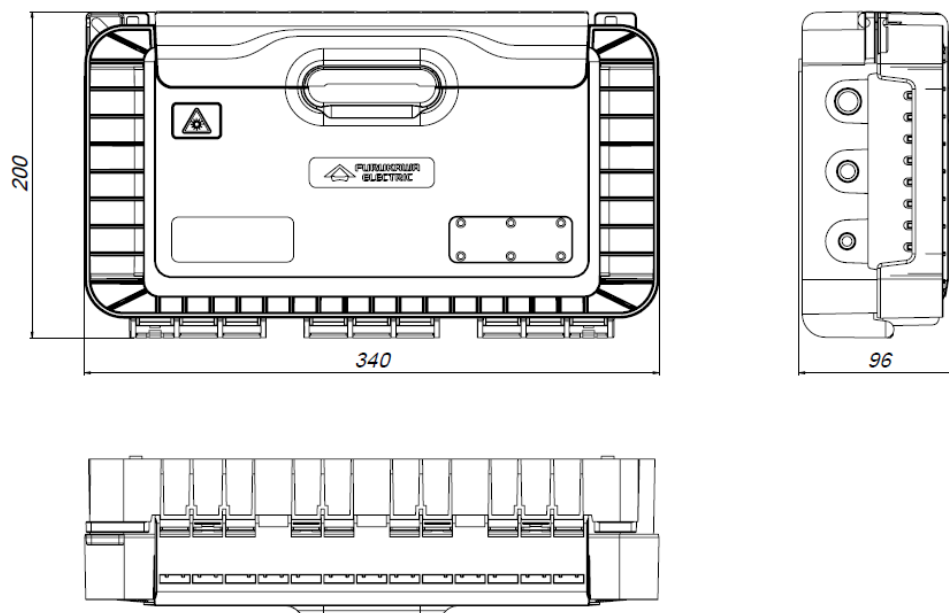
CAJA DE TERMINACIÓN ÓPTICA INLINE FK-CTO-16MI



Descripción	<p>La Caja de Terminación Óptica Inline FK-CTO-16MI posee la capacidad de acomodar y proteger empalmes ópticos por fusión entre el cable de distribución y los drops de una red óptica de terminación. Tiene 2 puertos principales con posibilidad de sangrado y 4 puertos de derivación, todas compatibles con cables de hasta 15mm de diámetro con el uso de grommets (6-9mm / 9-12mm / 12-15mm).</p> <p>Soporta hasta 16 cables drops de salida, que pueden ser circulares con diámetros de 3mm o flat con dimensiones de 3,0 y 2,0 mm.</p>
Aplicación	<p>Permite la instalación en fachadas de edificios, paredes o en mensajeros (solamente son ministrados con el producto accesorios para instalación en mensajeros, los demás deben ser adquiridos separadamente).</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación Inline. • Es una caja de terminación versátil que posibilita el uso tanto del sistema de empalmes como de conectorización. • Cierre y sellado de la caja por sistema mecánico optimizado que utiliza sólo grommets, que aumenta la velocidad de instalación. • Posee 2 puertos principales (posibilidad de sangrado del cable) y 4 puertos de derivación, compatibles con diámetros de cables de hasta 15mm en todos los puertos. • Posibilidad de cierre con candado, que aumenta la seguridad. • Posee lugar de reserva de tubos "loose", y sistema de acomodación, almacenamiento, encaminamiento y protección de fibras en ambiente completamente separado de los cables drop.
Certificaciones	ANATEL 02606-18-00256
Color	Negro RAL 9005
Material del cuerpo del producto	PC resistente a los rayos UV.
Cantidad de Empalmes	<p>Hasta 50 empalmes (48 para los cables y 2 para los divisores).</p> <p>Instalación para hasta 2 divisores ópticos e de hasta 18 adaptadores SC (2 para la entrada de 2 divisores ópticos SC/SC + 16 para salidas a través de drops).</p>
Grado de Protección	IP55 (de acurdo con IEC 60529)
Peso (Kg)	1.8kg
Tipo de sistema de sellado	Mecánico con grommets.

Identificación

35520300	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (MB, FLAT, GROMMET 4x 6-9MM, 2x 9-12MM)
35520305	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X8, FLAT, GROMMET 4x 6-9MM, 2x 9-12MM)
35520304	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X16, FLAT, GROMMET 4x 6-9MM, 2x 9-12MM)
35520325	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (MB, FLAT, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)
35520326	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X8, FLAT, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)
35520327	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X16, FLAT, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)
35520303	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (MB, CIRCULAR, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)
35520309	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X8, CIRCULAR, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)
35520310	CAJA TERMINAL OPTICA CONECTORIZADA INLINE FK-CTO-16MI (1X16, CIRCULAR, GROMMET 4x 9-12MM, 2x 12-15MM)

Dibujo técnico

Compatibilidad

35520306 - FK-CTO-16MI (KIT 2 GROMMETS P/ CABLES 6-9MM)
 35520307 - FK-CTO-16MI (KIT 2 GROMMETS P/ CABLES 9-12MM)
 35520308 - FK-CTO-16MI (KIT 2 GROMMETS P/ CABLES 12-15MM)

Detalles del producto

Descripción del producto

Detalles rápidos

Lugar del origen:	Shandong, China	Marca:	WSEE/OEM
Número de Modelo:	WS-50LTxx	Nombre:	CATV externo modulado 100 km fibra óptica 1550nm transmi...
Longitud de onda:	1540-1563nm	Óptica salida:	1 puerto o 2 puertos
Potencia de salida:	* 1*2.1 * 9dBm 2*5.2 * 9dBm 2*5.2 * 9dBm	De nivel de entrada:	78 ~ 90 dBuV
Conector óptico:	SC/APC o FC/APC	Trabajo de ancho d...	47 ~ 862 y 1000 MHz
Fuente de alimenta...	90 ~ 265Vac o 48Vdc	Aplicación:	CATV/HFC/FTTH
Garantía:	1 año		

Capacidad de suministro

Capacidad de sumi... 1000 Piece/Pieces per Month CATV External Modulated Optical Fiber 1550nm Laser Transmitter

Embalaje y envío

Paquete	1 unid./caja para CATV transmisor láser de fibra óptica modulada externa de 100km 1550nm
Puerto	Qingdao/shenzhen

CATV externo modulado 100 km fibra óptica 1550nm transmisor láser

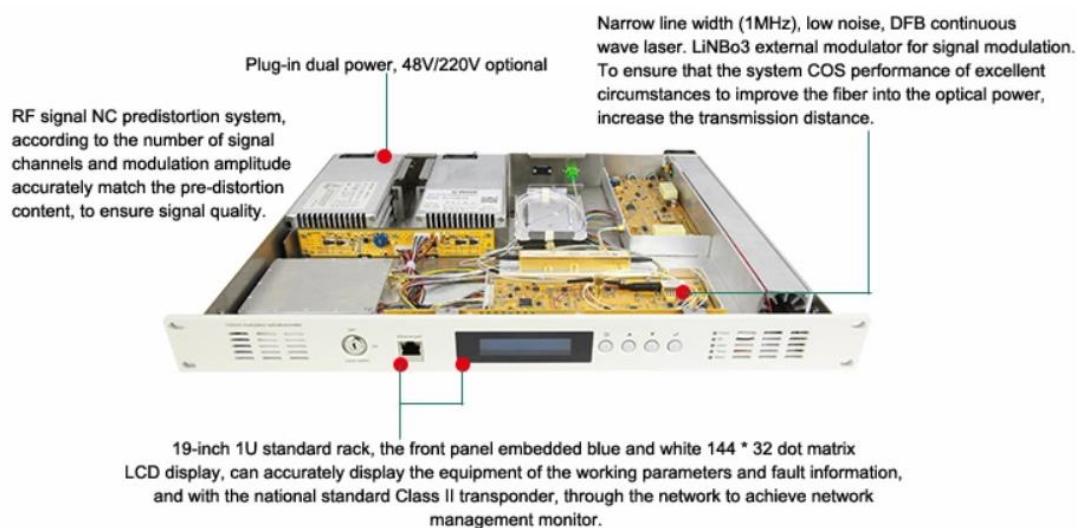


Descripción del producto

Transmisor láser de fibra óptica de WS-50LTxxx km modulada externa CATV de 100 nm basado en transmisor óptico de tipo directo de NM desarrollado, con alto rendimiento, alta fiabilidad y excelente rendimiento económico, ampliamente utilizado en grandes y medianosCATVY red de distribución, sistema WDM y sistema de compensación de dispersión CFG¡! Es'S para construir una red de transmisión de fibra óptica CATV grande y mediana de equipos importantes.

Dependiendo del modulador, la distancia de transmisión es ligeramente diferente. La serie WS-50LTxxA se centra en los costes del producto, es la economía fuera del transmisor de modulación. Usando el modulador de fibra única JDSU para cumplir con la transmisión punto a punto del usuario, el valor SBS se puede controlar a 16dBm (transmisión de señal analógica> 50 km, señal digital> 75 km) los requisitos deCUn ser de larga distancia después del zoom, es la rama del Área de Servicio secundario 1550nm transmisor óptico ideal.

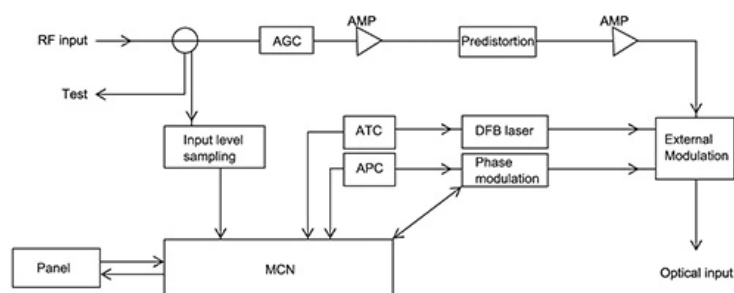
Product Performance



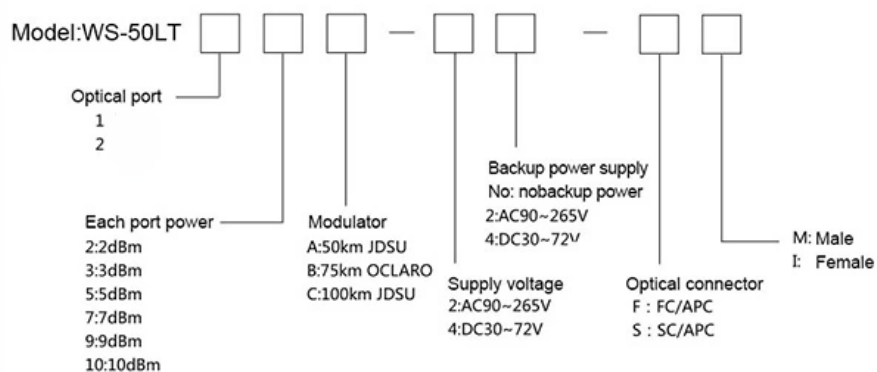
Technical Index

Hoja técnica	WS-50LTxxA	WS-50LTxxB	WS-50LTxxC
Longitud de onda	1540-1563nm		
Nominal de la distancia de transmisión	50 km (analogía) 75 km (Digital)	75 km (analogía) 100 km (Digital)	100 km (analogía) 150 km (Digital)
Ancho de línea	≤ 1		
Equivalente a la intensidad del ruido	≤ 160dB/Hz		
Lado modo represión	≥ 45		
Óptico potencia de salida	* 1*2-1 * 9dBm	2*5-2 * 9dBm	2*5-2 * 9dBm
Óptica salida	1	2	2
Conector óptico	FC/APC y SC/APC		
RF AGC de	10dB		
Ancho de banda	47-862, 1000 MHz		
Planitud	≤ 0,75		
De nivel de entrada	78 ~ 90 dBuV		
RF impedancia de entrada	75Ω		
Pérdida de retorno de entrada	≥ 16dB		
CNR	≥ 53dB		
CTB	≥ 65dB		
Las OSC	≥ 65dB		
SBS contener	13 ~ 16dBm continua	13 ~ 18dBm continua	13 ~ 18dBm continua
SNMP	RJ45		
Tensión de entrada de trabajo	AC220V (160-265 V) y DC48 (30-72 V)		
Temperatura de trabajo	-5°C ~ + 65°C		
La humedad relativa	Máximo 95%, sin condensación		
Tamaño del producto	483x455x44mm		

Product Diagram



Order Guide



Modelo: WS-50LT15A-22-SM

Análisis según el modelo: WS-50LT15A-22-SM, 1 puerto óptico, potencia de salida 5dBm, modulador JDSU, fuente de alimentación de 220 V y fuente de alimentación de respaldo de 220 V, conector óptico SC/APC, puerto RF macho.

EDFA CON WDM

Detalles del producto

Descripción del producto

Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen:	china	Marca:	Wolck
Número de Modelo:	VTA-EYXXXXD	Nombre del produc...	EDFA con WDM
La certificación:	ISO9001	Color:	De plata
Material:	DE ACERO INOXIDABLE	Garantía:	1 año
Conector, tipo A:	SCAPC	Aplicación:	FTTH FTTB FTTX red
Tipo de fibra:	Sola fibra de modo único	Función:	Amplificar catv señal
Longitud de onda:	1550nm		

Embalaje y envío

Unidades de venta:	Un solo artículo
Tamaño de paquet...	33X62X70 cm
Peso bruto único:	13.000 kg
Tipo de paquete:	1 PC/caja de cartón

Lead Time : ?	Cantidad(es)	1 - 5	6 - 10	>10
	Hora del Est.(días)	5	7	Se negociará

Equipo de fibra óptica de alta calidad catv amplificador 1550nm EDFA 16 puerto con WDM

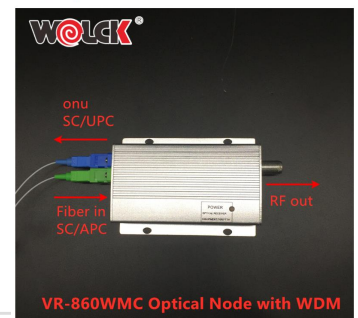


Longitud de onda de funcionamiento (nm)	1540 ~ 1565
Potencia Óptica de entrada (dBm)	-10 ~ + 10
Potencia Óptica de entrada Nominal (dBm)	+ 3
Figura de ruido (dB) (+ 3 dBm, @ 1550nm)	5,0 ~ 6,0
Ganancia plana (dB)	<±0 3
Estabilidad de potencia óptica de salida (dB)	<±0 5
Sensibilidad de polarización (dB)	<0,2
Dispersión modal de polarización (ps)	<0,5
Conector óptico (IN)	SC/APC
Conector óptico (fuera)	SC/APC;SC/PC (LC/APC;LC/PC)
Cantidad de trabajo de la bomba (N)	1.5
Potencia de salida saturada (dBm)	Potencia de salida total máxima 30 ~ 40
Fuentes de alimentación (Vac)	115 ~ 265 (enchufe de salida)
Fuentes de alimentación (Vdc)	-48 (enchufe de salida)
Temperatura de funcionamiento (°C)	0 ~ 50
Longitud de onda de funcionamiento del puerto PON (nm)	1310/1490
Pérdida de inserción del puerto PON (dB)	<1
Pérdida de inserción del puerto de 1550nm (dB)	<0,5
Elementos opcionales:	
* El panel frontal RF-TEST nivel estándar (dBuV)	80±5
* Panel frontal 5 V CC corriente de salida máxima (A)	2
* Hora del interruptor óptico (MS)	<10

RECEPTOR ÓPTICO CATV INTERIOR CON WDM

Detalles del producto

VR-860WMC



Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen:	China	Marca:	WOLCK
Número de Modelo:	VR-860WMC	Artículo:	Receptor óptico de fibra
Entrada de potencia...	-2 ~-16dB o-7 ~ + 2dB	Receptor óptico lon...	1100 ~ 1600nm
El nivel de salida:	78 dBuV (-1dBm potencia de entrada)	Conector óptico:	SC/APC
Fuente de alimenta...	DC12V	Óptica pérdida de r...	> 45dB
Peso:	0.042 kg	Dimensión:	57*45*19mm
Nombre del produc... Alta calidad nuevo CATV 2 salidas AGC FTTH receptor óptico ...			

Embalaje y envío

Unidades de venta:	Un solo artículo
Tamaño de paquet...	5.7X7.9X1.5 cm
Peso bruto único:	0.500 kg
Tipo de paquete:	Alta calidad nuevo CATV 2 salidas AGC FTTH receptor óptico de fibra Bolsa de polietileno + caja de cartón

Lead Time ☺:	Cantidad(es)	1 - 100	101 - 500	501 - 1000	>1000
	Hora del Est.(días)	5	12	20	Se negociará

VR-860WMC

Item		Unit	Performance Parameter
Optical characteristic	input wavelength	(nm)	1310, 1490, 1550
	Output wavelength	(nm)	1310, 1490
	CATV operation wavelength	(nm)	1540~1560
	channel separation	(dB)	≥40 (1310/1490nm and 1550nm)
	response	(A/W)	≥0.9
	receive power range	(dB)	+3~-18
	reflection loss	(dB)	≥55
	fiber linker	/	LC/APC
RF characteristic	Bandwidth/flatness	MHz/dB	47-1000/≤±1
	output level	dBuv	82/76/70±1/(-2~-9/-12/-15dBm)
	output level adjustment	dB	0~-18
	reflection loss	dB	≥14 (75Ω characteristic impedance)
	RF output interface	/	Metric (one way output)
	CNR/MER	dB	≥44/34 (PAL-D 60CH, OM13.8%, -9dBm)